COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 DÉCEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** rend compte de la touchante cérémonie qui a eu lieu samedi dernier à l'Institut Pasteur, à l'occasion de la translation des restes de Pasteur dans la magnifique crypte construite aux frais de la veuve et des enfants de notre regretté Confrère.

A l'arrivée du cercueil dans la crypte, M. J.-B. Pasteur l'a remis à la garde du Conseil de l'Institut Pasteur, représenté par son Président, M. Joseph Bertrand, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Plusieurs discours, rappelant les principales découvertes de Pasteur et leur bienfaisante influence, ont été prononcés par les délégués à cette cérémonie :

M. Rambaud, Ministre de l'Instruction publique, au nom du Gouvernement,

M. Baudin, Président du Conseil municipal, au nom de la Ville de Paris,

M. Legouvé, Directeur de l'Académie française,

Sir Joseph Lister, Président de la Société Royale de Londres, Associé étranger de l'Académie des Sciences, représentant la Société Royale et le Collège Royal des Chirurgiens d'Angleterre,

Sir William Priestley, Membre du Parlement anglais, représentant l'Université d'Édimbourg et celle de Saint-André,

Sir Dyce Duckworth, au nom du Collège Royal de Médecine de Londres,

Sir John Evans, Trésorier de la Société Royale de Londres,

M. le Professeur Crookshank, au nom du Conseil du King's College,

M. A. Cornu, Président de l'Académie des Sciences,

M. Bergeron, Secrétaire perpétuel de l'Académie de Médecine,

M. Perrot, Directeur de l'École Normale supérieure,

M. Louis Passy, Secrétaire perpétuel de la Société d'Agriculture,

M. Tissier, Président de l'Association des Étudiants,

Enfin M. Duclaux, Membre de l'Académie des Sciences, Directeur de l'Institut Pasteur.

Tous les assistants sont alors descendus dans la crypte et ont défilé devant le tombeau.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la méthode de Bruns*. Note de M. **Poincaré**.

« On sait que Bruns a démontré que le problème des trois corps n'admet pas d'autre intégrale algébrique que les intégrales connues (*Acta mathematica*, t. XI). L'importance de cette méthode, qui est certainement applicable à d'autres équations analogues, m'engage à signaler certains cas d'exception au théorème de Bruns et à rectifier certaines défectuosités de sa démonstration qui, heureusement, ne lui enlèvent pas sa valeur.

» Bruns considère des équations de la forme suivante :

$$(1) \qquad \frac{dx_i}{dt} = y_i, \quad \frac{dy_i}{dt} = A_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Les A_i sont des fonctions rationnelles des x_i et de s, et s est liée aux x_i par une équation algébrique

$$(2) \qquad F(s, x_i) = 0.$$

» Bruns montre d'abord que la recherche des intégrales algébriques du système (1) se ramène à celle des intégrales de la forme

$$\frac{\psi}{\psi'},$$

où ψ et ψ' sont deux polynomes entiers par rapport aux y dont les coefficients sont rationnels par rapport aux x et à s. On peut toujours supposer (et cela bien que nous ne supposions pas les fonctions A_i homogènes) que ψ ne contient que des termes d'ordre pair par rapport aux y, ou seulement des termes d'ordre impair.

» Cela posé, Bruns montre que, si ψ_0 est l'ensemble des termes de ψ dont le degré est le plus élevé par rapport aux y, on a identiquement

$$\sum y_i \frac{d\psi_0}{dx_i} = \psi_0 \omega, \tag{3}$$

où $\omega = \sum \omega_i y_i$ est un polynome homogène du premier degré par rapport aux y dont les coefficients sont rationnels en x et s.

» M. Bruns cherche à démontrer que

$$\sum \omega_i dx_i \tag{4}$$

est une différentielle exacte.

» Dans le cas où les coefficients de ψ_0 sont rationnels en x et indépendants de s, la démonstration ne laisse rien à désirer.

» Mais il n'en est pas de même s'ils dépendent de s. Le raisonnement de Bruns (*loc. cit.*, p. 37 et suiv.) soulève des objections. Il fait d'abord

$$y_3 = y_4 = \ldots = y_n = 0;$$

le polynome ψ_0 se réduit à un polynome ψ_{02}, ne dépendant que de y_1 et y_2; écartant par un artifice parfaitement légitime le cas où ψ_{02} serait identiquement nul, il écrit

$$\psi_2 = c_0 y_1^q + c_1 y_1^{q-1} y_2 + \ldots + c_q y_2^q.$$

» Il pose

$$\psi_{02} = c_0 \psi',$$

désigne par Ψ le produit des diverses valeurs de ψ' correspondant aux diverses racines de l'équation (2) en s, par H le dénominateur commun des coefficients de Ψ, de telle façon que $H\Psi$ soit un polynome entier en x et en y. Il montre que

$$y_1 \frac{dH\Psi}{dx_1} + y_2 \frac{dH\Psi}{dx_2} = 0.$$

» De cette équation il veut conclure (p. 38) que

$$H\Psi = (y_1 y_2 - y_2 x_1)^{pq}.$$

C'est là que la démonstration est en défaut. Cela serait vrai si ψ_{02}, et par con-

séquent $H\Psi$, était homogène en x_1 et en x_2; mais il n'en est pas ainsi. Bruns suppose, il est vrai, que les A_i et F sont homogènes en x et s; cela lui permet de supposer que ψ_0 est homogène en $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Mais alors, ψ_{02} est homogène en $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et non pas en x_1 et x_2 seulement. Pour le rendre homogène en x_1 et x_2, il faudrait non seulement annuler y_3, $y_4, \ldots, y_n$, mais encore $x_3, x_4, \ldots, x_n$; mais alors la relation d'intégrabilité

$$\frac{d\omega_2}{dx_1} = \frac{d\omega_1}{dx_2}$$

ne serait plus démontrée qu'en supposant ces $n-2$ variables nulles.

» Au reste, il est aisé de former un exemple où le théorème de Bruns est en défaut. Supposons que l'équation (2) s'écrive

$$s^2 = x_1^2 + x_2^2 - x_3^2.$$

Considérons le polynome

$$(x_1 y_2 - x_2 y_1)^2 - (x_1 y_3 - x_3 y_1)^2 - (x_2 y_3 - x_3 y_2)^2,$$

qui satisfait à l'identité (3); il se décomposera en deux facteurs,

$$(x_1 y_2 - y_1 x_2)(x_1^2 - x_3^2) + (x_2 x_3 + x_1 s)(x_1 y_3 - y_1 x_3)$$

et

$$\frac{x_1 y_2 - y_1 x_2}{x_1^2} + \frac{x_2 x_3 - x_1 s}{x_1^2 (x_1^2 - x_3^2)} (x_1 y_3 - y_1 x_3).$$

Chacun de ces facteurs satisfera à l'identité (3) sans que l'expression (4) soit une différentielle exacte.

» Il importe donc de rechercher les cas d'exception. Supposons d'abord $n = 2$ et regardons x_1 et x_2 comme les coordonnées d'un point mobile dans un plan y_1 et y_2 comme les composantes de sa vitesse. Alors l'équation $\psi = 0$ représentera un système de droites dans un plan. Ces droites auront une enveloppe que j'appellerai E.

» D'un point du plan, on pourra mener à cette enveloppe plusieurs tangentes et le rapport $y' = \frac{y_1}{y_2}$ représentera le coefficient angulaire d'une de ces tangentes. Considérons maintenant le polynome ψ_0; s'il ne dépend pas de s, on retombera sur le cas où le théorème de Bruns s'applique; s'il dépend de s, on pourra trouver une quantité σ telle que 1° σ est rationnel en x et s; 2° σ est rationnel en x_1, x_2 et y', y' représentant le coefficient angulaire d'une des tangentes menées à E par le point x_1, x_2; 3° les coefficients de ψ_0 sont rationnels en x et σ; 4° aux diverses valeurs de σ correspondent autant de polynomes ψ_0 différents.

» Faisons décrire au point x_1, x_2 un contour fermé imaginaire très petit, quelconque; il pourra arriver que deux ou plusieurs valeurs de σ, ou que

deux ou plusieurs valeurs de y' s'échangent entre elles; c'est la façon dont se fait cet échange qu'il s'agit de discuter.

» Pour que des valeurs de σ s'échangent, il faut que des valeurs de y' s'échangent et pour que des valeurs de y' s'échangent, il faut que le point x_1, x_2 tourne autour de la courbe E ou autour d'une tangente singulière à E; je veux dire une tangente d'inflexion ou une tangente en un point singulier. Nous restons donc en présence de deux hypothèses :

» 1° Le lieu des points où l'équation en σ (et par conséquent l'équation en s) a des racines égales comprend E;

» 2° Le lieu ne comprend pas E, mais comprend une tangente singulière à E.

» Cette deuxième hypothèse doit être rejetée; c'est ce que montre la discussion de la façon dont s'échangent les diverses valeurs de y', de σ et de s quand le point x_1, x_2 tourne, dans le voisinage du point de contact, autour d'une tangente singulière à E, ou d'une des branches de courbe qui la touchent.

» Ainsi E devra faire partie du lieu des points où l'équation (2) a des racines multiples.

» Soit maintenant $n = 3$ et supposons que x_1, x_2, x_3 soient les coordonnées d'un point mobile dans l'espace, y_1, y_2 et y_3 les composantes de sa vitesse. L'équation $\psi_0 = 0$ est alors celle d'un complexe de droites.

» Si le polynome ψ_0 est exceptionnel, c'est-à-dire si ses coefficients ne sont pas rationnels en x et s'il fait exception au théorème de Bruns, toutes les droites du complexe devront être tangentes à la surface, lieu des points où l'équation (2) a des racines égales.

» Supposons enfin n quelconque. Écrivons que l'équation en s (2) a des racines égales; nous obtiendrons une équation

$$\Phi(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0,$$

qui pourra n'être pas irréductible, mais se décompose en plusieurs autres

$$\Phi_1(x_i) = 0, \qquad \Phi_2(x_i) = 0, \qquad \ldots, \qquad \Phi_k(x_i) = 0.$$

Considérons l'une de ces équations

$$\Phi_h(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0,$$

et formons l'équation en t,

$$\Phi_h(x_1 + y_1 t, x_2 + y_2 t, \ldots, x_n + y_n t) = 0.$$

Exprimons que cette équation en t a deux racines égales, nous obtiendrons une relation

$$\Theta_h(x_i, y_i) = 0.$$

» Il pourra se faire que Θ_h se décompose en plusieurs facteurs entiers en y_i, rationnels en x_i et en s. S'il en est ainsi, chacun de ces facteurs sera un polynome ψ_0 exceptionnel.

» *A chaque équation en s ne pourra donc correspondre qu'un nombre fini de polynomes* ψ_0 *exceptionnels et irréductibles.*

» Ces polynomes exceptionnels n'existent pas toujours, car Θ_h peut ne pas être décomposable en facteurs.

» Qu'arrive-t-il en particulier dans le cas du problème des trois corps?

» On peut former trois polynomes Θ; l'un d'eux est

$$\begin{aligned}&[(x_1 - x_4)(y_2 - y_5) - (x_2 - x_5)(y_1 - y_6)]^2\\ &+ [(x_2 - x_5)(y_3 - y_6) - (x_3 - x_6)(y_2 - y_5)]^2\\ &+ [(x_3 - x_6)(y_1 - y_4) - (x_1 - x_4)(y_3 - y_6)]^2.\end{aligned}$$

» Chacun d'eux se décompose en deux facteurs; il y a donc des polynomes ψ_0 exceptionnels, mais *ces polynomes sont imaginaires*. Or on peut toujours supposer, sans restreindre la généralité, que l'intégrale $\frac{\psi}{\psi'}$ est réelle.

» Le résultat de M. Bruns se trouve donc confirmé; je suis heureux d'avoir pu compléter son élégante analyse sur un point de détail. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Une théorie nouvelle sur la cicatrisation et le rôle de l'épithélium antérieur de la cornée dans la guérison des plaies de cette membrane;* par M. L. Ranvier.

« Dans une Communication antérieure ([1]), m'appuyant sur les phénomènes que j'avais observés dans l'endothélium du péritoine, j'avais été conduit à formuler une théorie nouvelle sur la cicatrisation. Cette théorie a guidé quelques histologistes dans leurs recherches sur l'inflammation,

---

([1]) *De l'endothélium du péritoine et des modifications qu'il subit dans l'inflammation expérimentale; comment il faut comprendre la guérison des plaies par réunion immédiate* (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 842; 1891).

considérée d'une manière générale, et sur l'adhésion des séreuses; je citerai entre autres MM. Letulle et Cornil. Elle n'a pas toujours été bien comprise, c'est ce qui m'engage à la formuler de nouveau. Ce qui caractérise surtout cette théorie, c'est qu'elle fait concevoir la réunion des plaies, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir aucune multiplication cellulaire, l'hypertrophie, l'extension et le déplacement des cellules préexistantes suffisant à assurer la formation d'une cicatrice. Je ne veux pas dire par là que l'on ne puisse observer dans les plaies les phénomènes de la multiplication cellulaire. Ce serait aller contre l'évidence même. Je veux seulement soutenir que cette multiplication, quand elle se produit, n'est point indispensable, ou plutôt qu'elle n'a qu'une valeur secondaire.

» Lorsque, après avoir coupé un nerf, j'en suis pas à pas la régénération, j'observe que les cylindres-axes du segment central bourgeonnent et végètent, jusqu'à reconstituer dans son entier le nerf dont le segment périphérique a d'abord dégénéré sous l'influence de la section. Dans la formation de cette immense cicatrice, il n'y a pas essentiellement de multiplication cellulaire. Le cylindre-axe n'est, en effet, que l'un des prolongements d'une cellule nerveuse multipolaire située dans les centres nerveux, et la formation de nouveaux segments interannulaires, qui constituent autant de cellules, n'est qu'un phénomène accessoire.

» On le voit par cet exemple, j'étais bien préparé par mes travaux antérieurs à entreprendre, avec quelque espérance de succès, des recherches sur la cicatrisation. J'ai commencé ces recherches il y a plus d'une année.

» La cornée transparente de l'œil est un admirable organe pour les recherches histologiques. On y a fait des découvertes de premier ordre et d'une portée très générale. Certaines de ces découvertes ont été faites sans qu'il ait été nécessaire de soumettre la membrane à l'action d'aucun réactif. J'en rappellerai deux pour appuyer mon dire : celle de la migration des cellules lymphatiques (Recklinghausen), celle des nerfs intra-épithéliaux (Hoyer). La cornée a, comme on le sait, une constitution fort simple. Il y a lieu d'y distinguer l'épithélium antérieur, une lame conjonctive dépourvue de vaisseaux et en arrière une seule rangée de cellules endothéliales reposant sur une membrane vitrée, la membrane de Descemet. L'épithélium antérieur est formé de plusieurs couches de cellules épithéliales : les profondes sont cylindriques, les moyennes cubiques, les superficielles aplaties. Parmi les profondes on en observe toujours quelques-unes qui diffèrent de leurs voisines par certains caractères; elles se colorent

plus vivement par le carmin, l'hématoxyline et la plupart des autres réactifs colorants; elles sont minces, comme comprimées. Ce sont les cellules à pied des auteurs allemands. Cette dénomination n'est pas très bonne, mais elle a été acceptée et je la conserve. Les cellules à pied ne constituent pas une espèce distincte. Plus molles et plus chargées de matériaux nutritifs que celles qui les entourent, parce qu'elles sont en évolution formatives, elles se sont laissé comprimer par elles; c'est pour cela qu'elles sont plus minces. La connaissance et l'observation de ces cellules est indispensable pour comprendre ce que je vais dire maintenant du rôle de l'épithélium antérieur de la cornée dans la cicatrisation de cette membrane.

» J'ai expérimenté chez le lapin. Pour inciser la cornée je me suis servi tantôt d'un couteau à cataracte, tantôt d'un couteau à lame cachée, comme celui que j'avais fait construire jadis pour faire des incisions circulaires de la cornée dans le but d'y suivre le trajet des nerfs ([1]).

» C'est un phénomène très merveilleux, et dont seront surpris tous ceux qui répéteront ces expériences, que la rapidité avec laquelle se guérit une coupure de la cornée. Vingt-quatre heures après l'incision, il s'est formé sur la surface de section un nouveau revêtement épithélial et la membrane n'a rien perdu de sa transparence. Après avoir constaté ce fait remarquable, j'ai fait à son sujet des recherches bibliographiques. L'expérience avait été déjà faite par le professeur von Wyss ([2]), de Zurich. Avant de lire son Mémoire, j'avais une opinion sur la cause du phénomène. Cette opinion diffère complètement de la sienne. Von Wyss admet que les cellules épithéliales qui remplissent la solution de continuité résultent de la prolifération des cellules anciennes. Je soutiens au contraire qu'elles proviennent du glissement des cellules épithéliales préexistantes et de leur effondrement successif dans la solution de continuité. C'est là une conception si nouvelle, c'est-à-dire à laquelle on est si peu préparé, que je dois l'étayer solidement par des faits. Ces faits sont faciles à recueillir. Des expériences fort simples peuvent les produire. Je les dégagerai de tout ce qui me paraît accessoire, afin d'en faire mieux saisir la signification.

» Ces expériences consistent à pratiquer sur la cornée d'un lapin vivant des incisions plus ou moins profondes, plus ou moins nombreuses, plus ou moins rapprochées et d'attendre plus ou moins longtemps avant de sacrifier l'animal pour examiner les cicatrices. Cet examen est fait sur des

---

([1]) *Leçon sur la cornée*, p. 398; 1881.
([2]) *Arch. de Virchow*, t. LXIX, p. 24; 1877.

coupes perpendiculaires à l'incision, faites après durcissement dans la liqueur osmochromoacétique de Flamming et coloration, soit par l'hématoxyline, soit par le picrocarmin.

» Vingt-quatre heures après que l'on a pratiqué une incision passant par l'axe de la cornée et comprenant à peu près le quart de l'épaisseur de la membrane, on constate que les deux lèvres de l'incision sont écartées et que la petite plaie, qui affecte la forme d'un coin, est entièrement remplie de cellules épithéliales. Ces cellules sont soudées les unes aux autres, et celles d'entre elles qui reposent sur les lèvres de la plaie sont également soudées aux lames cornéennes ou, plutôt, à la section de ces lames. Si l'incision a été plus profonde; si, par exemple, elle a compris le tiers ou la moitié de l'épaisseur de la cornée, la solution de continuité n'est pas entièrement comblée. La petite plaie est bien tapissée de cellules épithéliales dans toute son étendue, mais il reste à son niveau un léger vallon. Dans l'un et l'autre cas, les phénomènes que je vais décrire maintenant sont à peu près les mêmes; ils sont cependant un peu plus accusés dans le second.

» L'ancien revêtement épithélial de la membrane de chaque côté des lèvres de la plaie, bien loin de montrer les signes d'une suractivité nutritive ou formative, comme on avait le droit de s'y attendre d'après les théories régnantes sur l'irritation inflammatoire, est, au contraire, singulièrement atténué. Il est diminué de hauteur; au lieu de 40 à 50 μ, qui est sa hauteur normale, il ne mesure plus que 20 à 25 μ. Sa structure aussi est modifiée; la couche moyenne des cellules cubiques a disparu en partie ou en totalité et les cellules cylindriques profondes se sont élargies et ont perdu de leur hauteur. On ne voit plus parmi elles de cellules à pied. A partir du bord de la plaie, ces modifications, très accusées d'abord, s'affaiblissent peu à peu. On en retrouve souvent des vestiges à plus de 1^{mm}. Je crois qu'elles se poursuivent plus loin encore. Elles ne sont point du tout de nature irritatives. J'estimai de suite qu'elles étaient d'ordre mécanique, et voici l'explication qui me vint naturellement à l'esprit. Les cellules profondes de l'épithélium cornéen sont, à l'état de tension, comme des billes molles et élastiques comprimées dans un sac. Si l'on fend en un point la paroi du sac, les billes s'en échapperont, cela est évident.

» Pour vérifier cette hypothèse, j'ai fait deux sortes d'expériences. Les premières ont consisté à examiner les plaies de la cornée, de suite après l'incision et au bout de quelques heures. De suite après, la section de

l'épithélium est nette et la solution de continuité ne contient rien ou seulement quelques débris que je crois sans importance.

» Peut-être d'autres en trouveront plus tard. Cependant, ils ne s'y attacheront pas, s'ils veulent examiner, comme je vais le faire, la cornée quatre et six heures après l'incision. Ils verront se dégager de l'épithélium, au niveau de chaque surface de section, un bourgeon épithélial qui s'avance vers le fond de la plaie en rampant, pour ainsi dire, sur ses lèvres. Au fur et à mesure que les cellules épithéliales, par suite de l'écoulement de la masse, arrivent au contact de la section d'une lame cornéenne, elles s'y accolent et s'y fixent au moyen d'une substance gluante qu'elles sécrètent. C'est sans doute la même substance que celle qui les unit entre elles, substance qui, tout en les unissant, leur permet pourtant de se déplacer les unes par rapport aux autres.

» Lorsque les deux bourgeons épithéliaux émis sur chacune des lèvres de la plaie, par suite de leur extension, arrivent à se toucher, ils se soudent à l'aide de la même substance, et l'on ne peut plus distinguer alors les cellules qui ont appartenu à l'un ou à l'autre des bourgeons.

» J'arrive à ma dernière expérience. Elle me semble entièrement démonstrative. Pour la faire, j'utilise le couteau double de Valentin. C'est un couteau formé de deux lames parallèles que l'on peut rapprocher ou éloigner à volonté et dont on fait usage, en histologie, pour faire dans des tissus mous des coupes microscopiques. J'écarte les lames de 1^{mm} et je fais du même coup, dans la cornée, deux incisions parfaitement parallèles. Il est rare, quelque soin qu'on y mette, que ces deux incisions soient également profondes, et même que chacune ait une profondeur égale sur tout son trajet.

» Ces inégalités sont elles-mêmes instructives. Je suppose le cas, je l'ai sous les yeux, où une des incisions est profonde et l'autre superficielle. Le revêtement épithélial de la membrane compris entre elles deux est réduit à deux couches : une profonde, formée de cellules cubiques rangées les unes à côté des autres; une superficielle, constituée par plusieurs rangées de cellules lamellaires. Les deux couches ont à peine l'épaisseur de $20\ \mu$. Il est clair que la plupart des cellules épithéliales de cette région ont été refoulées et se sont effondrées dans les deux solutions de continuité qui l'avoisinent. Voyons maintenant ce qui s'est passé de l'autre côté des deux incisions. La profonde d'abord : on y constate l'amincissement graduel de l'épithélium, dont j'ai déjà parlé, et les modifications cellulaires

qui l'accompagnent. Ces phénomènes sont très accusés, tandis qu'ils sont à peine marqués sur le bord externe de l'incision superficielle. Il a fallu très peu de cellules pour remplir la perte de substance de cette dernière plaie, et elle n'en a pas empruntées assez à l'épithélium avoisinant pour y laisser des traces manifestes. Cette expérience m'a paru entièrement concluante, et je crois qu'elle ne laissera aucun doute dans l'esprit de ceux qui voudront bien la répéter.

» Une question sera, sans conteste, posée par ceux qui m'ont suivi jusqu'à maintenant. Observe-t-on dans l'épithélium qui comble la plaie et dans celui qui la borde des signes d'une multiplication cellulaire? A cette question je répondrai que je n'y ai jamais observé une figure de karyokinèse ou division indirecte. Reste la division directe. Aujourd'hui, quand on voit en un point beaucoup de cellules qui paraissent nouvelles parce qu'elles sont abondantes et qu'on n'y observe pas de figures karyokinétiques, on se laisse entraîner à penser et même à écrire que ces cellules proviennent des anciennes cellules multipliées par le mécanisme de la division directe. Je pense que souvent on se trompe. Je crois avoir quelque autorité pour le dire, puisque j'ai été le premier à avoir suivi pas à pas tous les phénomènes de ce mode de la multiplication cellulaire.

» Il ne suffit pas d'observer deux ou un nombre plus considérable de noyaux dans des cellules pour dire que ces cellules sont destinées à se multiplier. Je suis de l'avis de Flemming et je pense avec cet auteur, sans cependant généraliser autant que lui, que les cellules à deux noyaux ne sont pas destinées nécessairement à la multiplication par division. Les cellules nerveuses des ganglions sympathiques du lapin ont deux noyaux, celles de l'épithélium buccal du cochon d'Inde ont deux noyaux également; cependant elles ne se divisent pas. Je pourrais en donner bien d'autres exemples encore.

» Au fond de la plaie de la cornée, au bout de vingt-quatre heures, il y a des cellules qui ont deux ou un nombre plus considérable de noyaux : j'en ai vu jusqu'à six; mais de vraies divisions cellulaires je n'en ai pas observées. Du reste, il y en aurait quelques-unes que cela n'enlèverait rien à la valeur des faits que je viens de signaler.

» J'ai laissé de côté avec intention tout ce qui est relatif aux plaies pénétrantes de la cornée. Je n'ai pas parlé non plus des modifications de la lame conjonctive qui surviennent à la suite des incisions superficielles de la membrane. Cela m'aurait entraîné bien au delà des limites qui me sont imposées. »

PATHOLOGIE. — *Nouvelle Note sur l'application de la radioscopie au diagnostic des maladies du thorax;* par M. Ch. Bouchard.

« Depuis mes dernières Communications sur ce sujet ([1]), j'ai eu l'occasion de vérifier, bien des fois, la concordance qui existe dans l'exploration des maladies du thorax entre les données que fournit la percussion et celles que donne la radioscopie, l'ombre portée sur l'écran phosphorescent marquant en teintes sombres les régions où l'on constate la matité. Plusieurs fois, la radioscopie a révélé ce que les autres moyens de l'exploration physique avaient laissé inaperçu, ce que même ils ne révélaient pas après un nouvel examen.

» Il m'est arrivé, en examinant à l'aide des rayons Röntgen un thorax suspect, de découvrir vers l'une des bases une teinte un peu obscure et inégalement obscure : l'oreille, appliquée sur la zone ainsi signalée à l'attention, constatait l'existence de frottements.

» Un malade m'est présenté sans renseignements, sans que je puisse le voir dans l'obscurité de la chambre noire. Un côté du thorax est brillant; l'autre côté, le gauche, est ombré dans toute la hauteur. Je conclus qu'il s'agit soit d'un épanchement pleurétique, soit d'une infiltration tuberculeuse de tout le poumon gauche. La remarque que le médiastin n'est pas dévié à droite me fait repousser l'idée de pleurésie. Les autres modes de l'exploration confirment le diagnostic d'infiltration tuberculeuse de tout le poumon gauche.

» J'ai montré également, avec une netteté parfaite, la tumeur que formait, à droite de la colonne, chez une petite fille, la masse d'une adénopathie trachéo-bronchique.

» Un malade, qui venait d'être admis à l'hôpital et qui n'avait encore été soumis qu'à un examen sommaire, m'est amené parce qu'il présente des battements à droite du sternum et parce que, au cas où il s'agirait d'un anévrisme de l'aorte, on est curieux de savoir ce que donnerait la radioscopie. Je constate, dans la portion droite du thorax, en continuité avec l'ombre du sternum, une zone sombre, anomale. Mais, en même temps, je reconnais l'absence, à gauche, de l'ombre du cœur. Je conclus non à un anévrisme de l'aorte, mais à une ectopie du cœur qui, ne se trouvant

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, 7 et 14 décembre 1896.

pas à gauche, doit battre à droite. La palpation, la percussion, l'auscultation confirment ce diagnostic séance tenante.

» Sur un autre malade chez lequel, par les procédés accoutumés, j'avais diagnostiqué un anévrisme de la crosse de l'aorte, l'écran phosphorescent m'a montré la tumeur avec son siège, sa forme, son volume.

» En dehors de l'anévrisme, j'ai pu voir les dilatations aortiques dessiner à droite et à gauche du sternum, par une courbe un peu moins éclairée que le fond du thorax, les portions débordantes du vaisseau.

» De même j'ai reconnu les hypertrophies du cœur, compensatrices des scléroses artérielles ou rénales et j'ai vu, dans ces cas, les oreillettes battre à droite du sternum.

» Ces faits, joints à ceux que j'ai communiqués antérieurement, montrent que l'emploi des rayons de Röntgen, qui rend au chirurgien de si grands services pour l'étude des lésions osseuses ou pour la recherche des corps étrangers métalliques, est tout aussi précieux pour le médecin. La démonstration est faite pour les maladies du thorax. L'application de la radioscopie à l'étude des maladies de l'abdomen m'a, jusqu'à ce jour, donné des résultats moins satisfaisants. Je vois très nettement la voûte que forme la face convexe du foie, mais j'arrive rarement à délimiter la partie inférieure de cet organe. Je ne vois pas les reins. Je n'ai pas pu distinguer un volumineux cancer de l'estomac. Une seule fois j'ai entrevu, d'une manière incertaine, la tête du fœtus dans un cas de grossesse. Mais l'estomac apparaît nettement comme une tache claire sur le fond sombre de l'abdomen, à la condition, toutefois, qu'il contienne du gaz.

» En faisant usage de bobines puissantes, qui élèvent la tension des courants alternatifs au point de fournir des étincelles de 40^{cm}, j'ai pu triompher de la résistance que le thorax de l'adulte oppose aux rayons invisibles et j'ai fait apparaître sur l'écran phosphorescent le détail des organes de la poitrine. J'espère, en augmentant encore la puissance de pénétration des rayons, traverser aussi la masse des organes beaucoup plus résistants de l'abdomen. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L'énergie dépensée par le muscle en contraction statique pour le soutien d'une charge, d'après les échanges respiratoires;* par M. A. **Chauveau**, avec la collaboration de M. J. **Tissot**.

« Dans mon avant-dernière Communication [1], j'ai déterminé, d'après les échanges respiratoires, les rapports de la dépense énergétique du muscle avec le degré de raccourcissement qu'il affecte en travaillant. *Cette dépense est d'autant plus faible, pour un même travail mécanique accompli, que le muscle est plus près de sa longueur maxima quand il se raccourcit pour travailler.* Le fait était attendu, parce qu'il est en harmonie avec les lois de la création de la force élastique intérieure (travail physiologique du muscle) qui exécute le travail extérieur. Du reste, cette marche de la dépense énergétique avait été déjà indiquée [2] par les caractères qu'affecte l'échauffement du muscle pendant l'exécution du travail mécanique.

» Il était à prévoir que le parallélisme constaté entre l'activité des échanges respiratoires et celle de la thermogénèse, quand le muscle est en contraction dynamique, se manifesterait également lorsque l'organe, en simple contraction statique, se borne à équilibrer les résistances extérieures, au lieu de les déplacer. Il valait la peine de s'en assurer. M. Tissot

---

(1) La Note est du 20 juillet et a été suivie d'une autre communiquée le 3 août. Je n'ai pu présenter cette dernière moi-même, parce que j'étais alors absent de Paris. Elle dépassait de beaucoup les dimensions réglementaires et a dû être abrégée et remaniée. Il ne m'a pas été possible de surveiller cette opération, qui a rendu obscur le sens de mes propositions et l'a même dénaturé. C'est au moins ce qui est arrivé pour la dernière partie de la Note, celle qui est consacrée à l'indication du principe de la transformation possible, en énergie actuelle ou force vive, de l'énergie potentielle ou force de tension dissimulée dans le tissu musculaire rétracté pour soutenir un poids. Je ne m'en suis aperçu que trois mois après, au moment de mon retour, en lisant les épreuves du tirage à part que j'avais demandé à l'éditeur des *Comptes rendus*. Il m'a paru inutile de procéder à une rectification quelconque, parce que je puis maintenant faire quelque chose de mieux. En effet, je suis en mesure de produire, non plus la simple annonce d'un principe, d'une méthode à exploiter, mais une exposition complète des résultats qu'on peut en tirer. Je commencerai très prochainement la publication de ces résultats.

(2) *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*, p. 149.

s'en est chargé. Les résultats obtenus, en ce qui concerne les échanges respiratoires, se superposent d'une manière si parfaite avec ceux qui sont retirés des mesures thermiques, qu'on peut regarder les deux séries comme identiques. De là une éclatante confirmation des vues et des lois que j'ai formulées sur la force élastique qui se crée dans le muscle mis en contraction, ainsi que sur la dépense énergétique qu'entraîne corrélativement cette création. C'est ce qui va ressortir du court résumé des faits nouveaux dont j'ai à donner connaissance.

» Deux mots de rappel sur la position de la question.

» L'élasticité musculaire peut être envisagée dans deux conditions différentes :

» 1° *Sur le muscle mort : a*, après la disparition de la rigidité cadavérique; *b*, pendant la rigidité cadavérique; *c*, avant qu'il soit saisi par la rigidité cadavérique.

» 2° *Sur le muscle vivant : a*, en état de repos; *b*, en état de contraction.

» C'est exclusivement l'*élasticité du muscle vivant, en état de contraction*, qui a été visée par mes recherches.

» Cette force élastique, subitement engendrée dans le muscle qui entre en activité, est nécessairement proportionnelle à cette activité.

» Dans le muscle en contraction statique pour soutenir une charge, l'élasticité créée en vue de ce résultat répond à deux destinations; elle équilibre deux puissances antagonistes : 1° une puissance *extérieure*, l'action de la pesanteur qui sollicite la chute de la charge; 2° une puissance *intérieure*, c'est-à-dire la résistance que le muscle, tendu par la charge, oppose à son raccourcissement et à son épaississement.

» Si le muscle soutient la charge en se contractant sans se raccourcir, la tension élastique qu'éprouve l'organe répond seulement à la première destination, c'est-à-dire au rôle *extérieur* du muscle. Il ne s'y développe que de l'*élasticité effective*, nécessairement proportionnelle à la charge.

» Si le muscle est plus ou moins raccourci, pendant le soutien de la charge, il s'ajoute à cette *élasticité*, dont *l'effet extérieur* se traduit par ce soutien même, la force élastique destinée à vaincre d'abord, à équilibrer ensuite, la résistance *intérieure* du tissu musculaire, résistance qui est fonction du produit de la charge par le degré de raccourcissement du muscle.

» La *force élastique totale*, constituée avec ces deux éléments, au sein du muscle en *contraction statique*, manifeste les caractères qui viennent de leur être attribués dans la dépense énergétique d'où procède cette création d'élasticité totale.

» Ainsi, l'échauffement du muscle, *témoin final de cette dépense énergétique*, obéit aux lois suivantes :

» 1° *A charge égale, l'échauffement est sensiblement proportionnel au degré de raccourcissement qu'affecte le muscle contracté;*

» 2° *A raccourcissement égal, l'échauffement est proportionnel à la charge soutenue;*

» 3° D'où il résulte que *l'échauffement est fonction du produit de la charge par le raccourcissement musculaire.*

» De même en est-il quand on considère, non pas le *témoin final*, mais le *témoin initial* de cette dépense énergétique, c'est-à-dire l'*oxygène absorbé* dans l'opération des *échanges respiratoires*.

» Les expériences par lesquelles on s'en est assuré ont reproduit exactement celles qui avaient servi à la mesure relative de la production calorique. Seulement, au lieu de mesurer l'échauffement musculaire, on a déterminé l'activité des échanges respiratoires avec la méthode, l'instrumentation et les procédés usuellement employés dans mon laboratoire. Le tout est maintenant assez connu pour qu'il soit inutile d'en parler de nouveau.

» Voici sur l'institution des expériences les quelques notions qu'il est indispensable de posséder :

» 1° Les expériences ont porté exclusivement sur les fléchisseurs de l'avant-bras, soutenant des charges variées, sous différents angles de flexion. C'est la flexion à angle droit qui est considérée comme la position type, à laquelle on rapporte les autres, avec flexion plus grande (+) ou moins grande (—).

» 2° Le soutien des charges a toujours duré deux minutes.

» 3° Les gaz de la respiration ont été recueillis, avec l'appareil à dérivation proportionnelle, non seulement pendant ces deux minutes de travail statique, mais encore pendant trois minutes après.

» 4° On les a recueillis également pendant cinq minutes de repos complet, soit avant, soit après le travail, pour obtenir le repère à l'aide duquel on détermine la suractivité provoquée dans les échanges par l'état d'activité des muscles.

» Quatre séries d'expériences ont été faites dans les conditions suivantes :

» A. *Séries simples :*

» 1° Soutien d'une charge constante avec raccourcissement musculaire variable.

» 2° Soutien d'une charge variable avec raccourcissement musculaire constant.

» B. *Séries complexes.* — 1° Charge et raccourcissement musculaire variant dans le même sens.

» 2° Charge et raccourcissement musculaire variant en sens inverse.

» La présente Note est destinée à exposer les résultats obtenus dans les séries simples.

Première série. — *Charge constante, raccourcissement musculaire variable.*

» L'avant-bras soutenait un poids de 5kg dans trois positions différentes : *a*, l'avant-bras fléchi à angle droit; *b*, l'avant-bras fléchi de 20° au-dessus de l'angle droit; *c*, l'avant-bras fléchi de 20° au-dessous.

		CO^2 exhalé.	Excès de CO^2 dû au travail.	O^2 absorbé.	Excès de O^2 dû au travail.	Quotient respiratoire.
		cc	cc	cc	cc	
A. Expérience n° 1. (juillet 1896)	Repos	859	»	1154	»	74,3
	Soutien à — 20°	1044	185	1366	212	76,0
	Repos	770	»	1021	»	75,4
	Soutien à 0° (angle droit)	1108	338	1365	344	81,2
	Repos	718	»	962	»	74,6
	Soutien à + 20°	1095	371	1322	360	82,6
B. Expérience n° 2. (juillet 1896).	Repos	844	»	1037	»	81,4
	Soutien à — 20°	1156	312	1377	340	83,9
	Repos	780	»	960	»	81,2
	Soutien à 0° (angle droit)	1179	399	1372	412	85,9
	Repos	751	»	926	»	81,0
	Soutien à + 20°	1279	528	1337	511	89,0
C. Expérience n° 3. (juillet 1896).	Repos	922	»	1229	»	75,0
	Soutien à — 20°	1284	262	1443	214	82,0
	Repos	936	»	1196	»	78,2
	Soutien à 0° (angle droit)	1296	360	1506	310	86,0
	Repos	902	»	1153	»	78,2
	Soutien à + 20°	1345	443	1504	351	89,4
D. Suractivité des échanges pendant le travail. Moyenne des trois expériences.	Soutien à — 20°	»	253	»	283	»
	Soutien à 0° (angle droit)	»	263	»	355	»
	Soutien à + 20°	»	449	»	407	»
E. Moyennes rapportées à l'unité.	Soutien à — 20°	»	1,00	»	1,00	»
	Soutien à 0° (angle droit)	»	1,44	»	1,25	»
	Soutien à + 20°	»	1,77	»	1,44	»
F. Autres moyennes d'après l'ensemble des expériences analogues contenues dans les autres séries.	Soutien à — 20°	»	1,00	»	1,00	»
	Soutien à 0° (angle droit)	»	1,31	»	1,39	»
	Soutien à + 20°	»	1,63	»	1,58	»

» Conclusion de cette première série d'expériences. — *Les quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé, c'est-à-dire l'énergie dépensée, pour le soutien d'une charge, croissent avec le raccourcissement musculaire, bien que la charge reste constante.*

Deuxième série. — *Charge variable, raccourcissement musculaire constant.*

» L'avant-bras, constamment fléchi à angle droit, soutenait les charges 1666^{gr} (n° 1), 3333^{gr} (n° 2) et 5000^{gr} (n° 3) qui sont entre elles comme les chiffres 1, 2, 3.

		CO^2 exhalé.	Excès de CO^2 dû au travail.	O^2 absorbé.	Excès de O^2 dû au travail.	Quotient respiratoire.
		cc	cc	cc	cc	
A. Expérience n° 4 (juillet 1896).	Repos	890	»	1128	»	78,9
	Soutien de la charge n° 1	1079	189	1316	188	82,0
	Repos	864	»	1107	»	78.0
	Soutien de la charge n° 2	1213	349	1482	375	81,8
	Repos	785	»	1029	»	76,3
	Soutien de la charge n° 3	1272	487	1563	534	81,4
B. Expérience n° 5 (juillet 1896).	Repos	982	»	1214	»	80,8
	Soutien de la charge n° 1	1148	166	1398	184	82,1
	Repos	917	»	1132	»	81,0
	Soutien de la charge n° 2	1138	221	1338	206	85,0
	Repos	964	»	1189	»	81,1
	Soutien de la charge n° 3	1319	354	1503	314	87,7
C. Expérience n° 6 (juillet 1896).	Repos	549	»	716	»	76,3
	Soutien de la charge n° 1	635	86	779	60	81,5
	Repos	614	»	794	»	77,4
	Soutien de la charge n° 2	812	198	937	143	86,7
	Repos	584	»	754	»	77,4
	Soutien de la charge n° 3	849	263	980	226	86,6
D. Expérience n° 7 (juillet 1896).	Repos	616	»	787	»	78,2
	Soutien de la charge n° 1	657	41	833	46	78,9
	Repos	630	»	709	»	88,8
	Soutien de la charge n° 2	719	89	802	93	89,7
	Repos	656	»	769	»	85,3
	Soutien de la charge n° 3	867	211	970	201	89,4
E. Suractivité des échanges pendant le travail. Moyennes des 4 expériences de la série.	Soutien de la charge n° 1	»	120	»	119	»
	» n° 2	»	214	»	204	»
	» n° 3	»	329	»	319	»
F. Moyennes rapportées à l'unité.	Soutien de la charge n° 1	»	1,0	»	1,0	»
	» n° 2	»	1,8	»	1,7	»
	» n° 3	»	2,7	»	2,7	»

» Conclusion de la deuxième série d'expériences. — *L'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé, c'est-à-dire l'énergie mise en jeu, pour le soutien d'une charge, s'accroissent sensiblement de la même manière que cette charge.*

» Voilà les résultats qui sont obtenus quand on se place dans les conditions simples des deux premières séries d'expériences, pour étudier, par les échanges respiratoires, les rapports de la contraction statique des muscles avec l'énergie qu'elle mobilise.

» D'après ces résultats, les variations des échanges respiratoires suivent exactement celles de l'échauffement musculaire ([1]). Les unes et les autres se superposent, d'une manière remarquable, aux variations que les changements, dans le poids de la charge ou le degré de raccourcissement du muscle, font éprouver à la force élastique communiquée à ce dernier par l'état de contraction.

» Cette superposition constitue l'une des raisons qui permettent de considérer la force élastique que le travail physiologique du muscle crée dans son tissu comme un représentant équivalent de l'énergie consacrée à cette création. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Hippopotames fossiles de l'Algérie.* Note de M. A. Pomel.

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de la monographie des Hippopotames quaternaires fossiles de l'Algérie. Les espèces sont multiples. Il y a longtemps qu'on avait signalé des ossements de ce genre en Berbérie et on les avait attribués à l'espèce de Cuvier, *H. major*, si commune en Europe. M. Gaudry eut, le premier, à faire connaître un *H. hipponensis* des environs de Bône, qui paraissait devoir être rapporté au sous-genre Hexaprotodon. Des matériaux plus complets ont montré que c'était un simple Tétraprotodon, mais bien distinct des espèces connues par la presque égalité de ses quatre paires d'incisives inférieures; elle est du quaternaire ancien.

» Une autre espèce du quaternaire récent de Terssifine a au contraire l'incisive externe très réduite et accolée d'une façon très serrée contre l'interne. Les canines n'ont que des cannelures espacées. Le collet des molaires supérieures est fortement lobulé; c'est une espèce bien distincte, que j'ai nommée *H. sirensis*, du nom du fleuve Sira (Habra).

» Une troisième espèce *H. icosiensis*, trouvée également dans le terrain quaternaire récent, près d'Alger (Icosium), est remarquable par les

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 19. *Le travail musculaire*, etc., p. 100 et suiv.

fortes cannelures rapprochées de ses canines inférieures. Elle s'est également rencontrée près de la Tafna. La tête que nous connaissons entière a son chanfrein assez convexe et les arcades zigomatiques peu écartées. J'ai pu figurer de nombreuses pièces de son squelette.

» Enfin, je mentionne et figure des dents canines du bas Nil, qui pourraient se rapporter, d'après leur taille, à l'*Hippopotamus annecten* de Falconner, non décrit, mais ainsi dénommé parce qu'il aurait une taille intermédiaire à l'espèce vivante et à l'*Hippopotamus Pentlandi* fossile des îles méditerranéennes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Monteil** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « L'eau dans la nature; électricité et magnétisme; théorie magnétique du mouvement de la Terre ».

(Commissaires : MM. Faye, Fouqué, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter des listes de candidats pour trois places d'Astronome titulaire, actuellement vacantes à l'Observatoire de Paris.

MM. **Baudran**, **Benoit**, **Bertin-Sans**, **Bouvault**, **Cacheux**, **Chapuis**, **Delebecque**, le Dr **R. Dubois**, **Mathias-Duval**, **Guillaume**, **Guye**, **Hébert**, **Henneguy**, **Ch. Janet**, le Dr **Joachimsthal**, **Joannès**, **Lallemand**, **Lastrowsky**, **Maillet**, **Matignon**, **Oudin** et **Barthélemy**, le Prince **Henri d'Orléans**, **Paul Painlevé**, **P. Puiseux**, **Raynaud**, **B. Renault**, **Schwerer**, **Toutée**, **de Vaussan**, **Valson**, la Compagnie d'assurances **la Nationale**, adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Nebuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris.* Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Lœwy.

« Comme les nébuleuses nouvelles dont on a déjà donné la position (*Comptes rendus,* t. CV, p. 926 et 1116; t. CXII, p. 647, 703 et 848), les suivantes ont été découvertes avec l'équatorial de la tour de l'Ouest, de $0^m,31$ d'ouverture. Elles ont été trouvées principalement dans les années de 1891 à 1895.

» Pour la notation des grandeurs, j'appelle 13,5 l'éclat des objets qui, dans l'instrument employé, sont à l'extrême limite de visibilité. Par suite, il peut y avoir doute, sinon sur l'existence, du moins sur le caractère nébuleux des objets dont la grandeur indiquée est 13,5; il en est de même pour les amas très faibles et pour les nébulosités qui accompagnent parfois certaines étoiles.

» Voici la signification des principales abréviations employées :

N.G.C. = *New general Cat. of Nebulæ...*, par J.-L.-E. Dreyer.
p = angle de position, compté comme pour les étoiles doubles.
d = distance.
Gr. est l'abréviation de *grandeur*.

Numéros.	Ascension droite. (1860,0)	Distance polaire. (1860,0)	
	h m s	° ′	
245.	0.29.30	66.48	Gr.13,4; elle est très voisine de 169 N.G.C., par rapport à laquelle elle se trouve vers $p = 166°$, $d = 0',5$. L'ensemble forme donc une nébuleuse double nouvelle.
246.	1.17.37	89. 7	Gr. 13,4. Objet assez nébuleux, de 20″-25″ de diamètre, avec condensation centrale demi-stellaire et qui ressort assez bien.
247.	1.24.43	55,24	Étoile de gr. 13,2, autour de laquelle on a cru soupçonner quelques traces de nébulosité.
248.	1.42.39	54.46	Néb. de gr. 13,3 ou 13,3-13,4, de 40″ à 50″ de diamètre, avec condensation de 12″ de diamètre et qui paraît formée par plusieurs points stellaires dispersés.
249.	1.43.29	54.27	Objet de gr. 13,4-13,5 formé par des traces de nébulosité avec 3 ou 4 étoiles très faibles et dispersées.
250.	1.45.32	77.59	Gr. 13,4, de 30″ à 40″ de diamètre, assez diffuse, avec condensation centrale faible, un peu stellaire, et qui ressort légèrement. Pourrait être 716 N.G.C., qu'on n'a pu trouver, mais avec une erreur de 20′ en déclinaison.

Numéros.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	
	h m s	° ′	
251.	2.19.41	44.40	Gr. 13,3, 20″ de diamètre, avec condensation demi-diffuse, assez granuleuse, qui ressort légèrement. Une étoile 13,1-13,2 est vers $p = 282°$, $d = 0′,5$.
252.	2.28.49	99.11	Gr. 13,4-13,5. Objet assez fortement stellaire, qui a paru un peu nébuleux.
253.	3. 0.20	51.52	Néb. très diffuse et très faible (13,4-13,5-13,5), d'environ 1′ de diamètre, sans noyau.
254.	3. 1. 3	94.56	Gr. 13,3-13,4, assez petite et assez stellaire, de 10″ à 15″ de diamètre. Une ⋆ 13,0 est vers $p = 180°$ $d = 1′,2$.
255.	3. 1.16	94.48	Gr. 13,3, assez stellaire, 20″ de diamètre. Une étoile 12,3 est vers $p = 160°$, $d = 1′$. Pourrait être 1221 N.G.C., avec une erreur de 20ˢ en ascension droite.
256.	3. 1.20	94.40	Gr. 13,2, 25″ de diamètre, avec condensation centrale, assez stellaire, et qui ressort bien. Pourrait être 1223 N.G.C., avec une erreur de 40ˢ en ascension droite.
257.	3. 1.48	94.38	Gr. 13,3-13,4. Petite nébuleuse arrondie, 10″ à 15″ du diamètre, avec point central assez fortement stellaire. Pourrait être 1225 N.G.C., avec une erreur de 30ˢ en ascension droite.
258.	3.11.58	55.13	Entrevue seulement, par Ciel un peu médiocre.
259.	4.16.14	18.24	Gr. 13,5. Traces de nébulosité insaisissable à cause de son extrême faiblesse.
260.	4.23.59	96. 6	Gr. 13,4-13,4-13,5, assez étendue, peut-être 1′ de diamètre, très diffuse, légèrement plus brillante dans la partie centrale, sans condensation bien marquée.
261.	4.50.56	105.31	Gr. 13,3, arrondie, 30″ de diamètre, plus brillante au centre, avec condensation assez stellaire, un peu diffuse, qui ressort assez bien. Une étoile 9,5 est très voisine, à $p = 130°$, $d = 1′,3$.
262.	5. 9.36	51.58	Gr. 13,4-13,5, nettement nébuleuse. Elle a été trouvée le 8 décembre 1890 et avait d'abord été prise pour la comète Spitaler (1890 VII).
263.	5.29. 6	108. 2	Petit amas de grandeur 13,3 et d'environ 12″ de diamètre; aspect nébuleux.
264.	6.50.20	14.27	Gr. 13,4 ou 13,4-13,5 diffuse, de 35″ à 40″ de diamètre, avec condensation diffuse, légèrement stellaire, et qui ressort très faiblement.
265.	6.50.21	54.32	Objet un peu nébuleux, de gr. 13,4-13,5, d'environ 1′ de diamètre et d'aspect granuleux.
266.	7. 0.19	39.39	Gr. 13,4, de 10″ à 15″ de diamètre; assez stellaire. Pourrait être un petit amas. Doit être identique à 464 N.G.C. (Supplément).
267.	7. 1.58	24.49	Objet assez stellaire, et qui paraît formé par une étoile 13,2

Numéros.	Ascension droite. 1860,0.	Distance polaire. 1860,0.	
	h m s	° ′	
			accompagnée de nébulosité très faible, d'environ 20″ de diamètre.
268.	7.44.12	29.20	Gr. 13,4, diffuse, 30″ de diamètre environ, un peu plus brillante vers le centre, avec légère condensation qui ressort faiblement.
269.	8.32.33	15.58	Gr. 13,3, 15″ de diamètre, assez diffuse, un peu plus brillante vers le centre, avec condensation qui ressort légèrement.
270.	8.38.35	16. 1	Assez brillante (Classe II), 40° à 50° de diamètre, avec condensation assez diffuse, de 5″-7″ de diamètre et qui ressort assez fortement. Peut-être identique à 520 N.G.C. (Supplément).
271.	8.47.45	50. 5	Gr. 13,4, 25″ de diamètre, un peu plus brillante vers le centre, avec condensation assez diffuse, et qui ressort assez bien.
272.	8.59.28	16. 0	Petit amas de 5 à 6 étoiles de gr. 12,8 ou plus faibles, et contenues dans un cercle de 1′,5 de diamètre.
273.	9. 1. 1	15.58	Gr. 13,3, presque complètement stellaire, mais qui ne présente pas la vivacité des objets voisins de même éclat.
274.	9. 5.14	59.25	Néb. de gr. 13,3, un peu diffuse, assez stellaire, de 20″ de diamètre, avec condensation centrale stellaire et qui ressort fortement.
275.	9.19.11	66.22	Étoile de gr. 13,4 entourée de nébulosité d'environ 10″ de diamètre. Elle est distincte de B 154 = 538 N.G.C. (Supplément).
276.	9.39.35	83.38	Objet excessivement faible qui paraît nébuleux et qui exigerait un instrument plus puissant.
277.	10. 9.33	48.11	Gr. 13,3, de 12″ à 15″ de diamètre, nettement nébuleux, avec condensation centrale qui ressort assez fortement.
278.	10.35.16	84.13	Gr. 13,3. Objet nettement nébuleux d'environ 25″ de diamètre. Une étoile 11-11,5 (située vers $p = 300°$, $d = 0',8$) gêne beaucoup pour l'apercevoir. Une étoile 13, plus voisine encore, gêne aussi.
279.	10.40.35	56.20	Gr. 13,3. Paraît être une nébuleuse double. L'ensemble, allongé vers $p = 98°$, a 1′,4 de long sur 0′,7 de large. La composante, qui passe la dernière, paraît un peu plus brillante et un peu plus étendue.
280.	10.44.21	56.11	Gr. 13,3, de 30″ de diamètre, légèrement plus brillante vers le centre, sans noyau. Une étoile de gr. 13,0 très voisine (vers $p = 270°$, $d = 25''$) gêne les mesures de cette nébuleuse.
281.	10.54.22	61.29	Objet qui paraît un peu nébuleux. Il faudrait un instrument plus puissant pour décider s'il l'est réellement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations des systèmes différentiels.* Note de M. **Etienne Delassus**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note antérieure, j'ai donné une forme canonique des systèmes différentiels quelconques et un théorème général analogue à celui de Cauchy. Je me propose de montrer ici que ce théorème, par cela même qu'il précise les arbitraires dont dépend l'intégrale générale, permet de déduire d'un même point de vue plusieurs des résultats obtenus jusqu'ici.

» Convenons, pour abréger, d'appeler *arbitraires du genre* μ les fonctions arbitraires de μ variables, les constantes arbitraires étant des arbitraires de genre o. Convenons aussi d'appeler *systèmes de première espèce* les systèmes dont l'intégrale générale ne renferme que des arbitraires de genre o.

» Soit Σ un système dont l'intégrale générale renferme

$$\Gamma_0, \quad \Gamma_1, \quad \ldots, \quad \Gamma_\nu$$

arbitraires des genres o, 1, ..., ν.

» Appelons degré d'indétermination de Σ l'ensemble des nombres Γ_0, Γ_1, ..., Γ_ν, représentons-le par $\mathfrak{D}$, et disons que l'on a

$$\mathfrak{D}' > \mathfrak{D},$$

s'il existe un nombre $\mu \leqq \nu$ tel que

$$\Gamma'_\nu = \Gamma_\nu, \qquad \ldots, \qquad \Gamma'_{\mu+1} = \Gamma_{\mu+1}, \qquad \Gamma'_\mu > \Gamma_\mu.$$

» L'intégration d'un système devra être considérée comme d'autant plus compliquée que son degré d'indétermination sera plus grand.

» Étant donné un système canonique Σ, les propriétés des ensembles canoniques montrent que, si on lui ajoute de nouvelles équations de façon à former un nouveau système canonique Σ', on aura forcément

$$\mathfrak{D}' < \mathfrak{D}.$$

» Si donc, on connaît des équations complémentaires contenant des arbitraires convenables, on aura simplifié l'intégration de Σ puisqu'on sera ramené à celle de Σ'.

» *Première transformation.* — Soit Σ canonique d'ordre n. Prolongeons-le jusqu'à un ordre arbitraire n', ou soit alors N' le nombre d'équa-

tions de cet ordre qui manquent pour qu'il soit de première espèce. Ajoutons à Σ p équations d'ordre n'

$$f_1 = 0, \quad \ldots, \quad f_p = 0$$

et écrivons qu'en formant Σ' on n'aura jamais d'équations d'ordre inférieur ou égal à n' autres que celles de Σ et les équations $f = 0$. Nous aurons, pour déterminer les f, un système σ d'équations aux dérivées partielles qui est plus compliqué que Σ. *Ce système σ est toujours compatible, son intégrale générale contient plus d'arbitraires qu'il n'en faut pour que Σ' puisse donner toutes les intégrales de Σ. Pour ramener l'intégration de Σ à celle de Σ', il suffit de savoir calculer les intégrales de σ qui correspondent à des fonctions initiales très restreintes, intégrales qui existent sûrement. Si l'on sait intégrer Σ, on en déduit l'intégrale générale de σ par des calculs algébriques.*

Si Σ' est de première espèce, l'intégration de Σ sera achevée; sinon, elle sera simplifiée.

» Si l'on applique le cas de $p = 1$ aux systèmes du premier ordre à une inconnue, on retrouve la méthode de Jacobi et Mayer.

» Si l'on applique le même cas, qui est d'ailleurs le seul possible, aux systèmes pour lesquels on a $N = 1$, c'est-à-dire aux systèmes dont l'intégrale générale dépend d'une seule fonction arbitraire d'un seul argument, σ est un système linéaire et homogène à une seule inconnue; il s'intègre, comme l'on sait, par des équations différentielles ordinaires et il en est de même de Σ' qui est alors de première espèce, de sorte qu'on retrouve un résultat dû à M. Beudon.

» Appliquons au cas $p = N'$. Σ' sera de première espèce. Si l'on sait trouver l'intégrale particulière de σ dont il a été parlé plus haut, on saura intégrer Σ par des équations différentielles ordinaires et l'on en déduira toutes les autres intégrales de σ par des calculs algébriques. Donc :

» *Tout système canonique Σ permet de former une infinité de systèmes caniques σ, tels que, si l'on en connaît une intégrale particulière convenable, on puisse en déduire l'intégrale générale par des intégrations d'équations différentielles ordinaires.*

» *La connaissance de cette intégrale particulière pour un quelconque des systèmes σ permet d'intégrer tous les autres et Σ par des équations différentielles ordinaires.*

» *A tout système Σ dont on sait trouver l'intégrale générale correspond une infinité de systèmes σ de plus en plus compliqués que l'on sait intégrer complètement.*

» Nous avons imposé aux équations $f=0$ la condition que Σ' ait des intégrales dépendant d'un certain nombre de constantes arbitraires. Plus généralement on peut imposer aux f la condition que Σ' ait un degré d'indétermination $\mathfrak{D}'$ donné à l'avance. On tombe aussi sur un système σ qui peut être incompatible ou n'avoir pas un degré d'indétermination suffisant pour que toutes les intégrales de Σ puissent être fournies par Σ'. En prenant le cas le plus favorable, c'est-à-dire en prenant une seule équation f et donnant à $\mathfrak{D}'$ sa plus petite valeur qui correspond à

$$\Gamma'_1 = 1, \qquad \Gamma'_2 = \Gamma'_3 = \ldots = 0,$$

on retombera sur la méthode de M. Darboux.

» *Deuxième transformation.* — Au lieu de chercher la forme des fonctions f, on peut se la donner à l'avance, mais faire dépendre ces fonctions de nouvelles inconnues z'_1, z'_2, ... et de certaines de leurs dérivées. En exprimant les conditions imposées à Σ', on trouvera un système σ' aux inconnues z'. On est ainsi conduit à ce qu'on pourrait appeler la transformation par changement d'inconnues. Le cas le plus simple est celui où les équations complémentaires sont de la forme $\varphi_i = z'_i$, les φ ne dépendant que des z. Ces équations ajoutées à Σ donneront toujours un système compatible Σ'.

» Le degré d'indétermination de σ' sera au plus égal à celui de Σ et sera d'autant plus petit que celui de Σ' sera plus grand. Si donc Σ' n'est pas canonique et de première espèce, on aura une réduction de Σ.

» En particulier, si Σ est linéaire par rapport aux z et à leurs dérivées, et si la méthode de M. Darboux donne une fonction f linéaire par rapport aux z et à leurs dérivées, on peut, par la transformation $f = z'$, montrer qu'elle donnera la solution complète en résolvant un système σ' moins compliqué que Σ. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une série relative à la théorie des équations différentielles linéaires à coefficients périodiques.* Note de M. A. Liapounoff, présentée par M. E. Picard.

« Considérons l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} + p(x)y = 0, \tag{1}$$

en supposant que x est une variable réelle et que $p(x)$ est une fonction continue et *périodique* de x à période ω.

» On sait que, pour la théorie de cette équation, est d'une grande importance la considération d'une constante, qu'on peut définir par la formule

$$A = \tfrac{1}{2}[f(\omega) + \varphi'(\omega)],$$

en désignant, par $f(x)$ et $\varphi(x)$, deux solutions de l'équation (1) satisfaisant aux conditions

$$f(0) = 1, \quad f'(0) = 0; \qquad \varphi(0) = 0, \qquad \varphi'(0) = 1.$$

» On sait, en effet, que, si l'on pose

$$\rho = A + \sqrt{A^2 - 1}$$

et que l'on fasse abstraction du cas particulier $A^2 = 1$, l'intégrale générale de cette équation est de la forme

$$y = C_1 \rho^{\frac{x}{\omega}} F_1(x) + C_2 \rho^{-\frac{x}{\omega}} F_2(x),$$

C_1, C_2 étant des constantes arbitraires et $F_1(x)$, $F_2(x)$ des fonctions continues et périodiques de x à période ω.

» C'est de la considération de la constante A que dépend principalement cette question importante, si les solutions de l'équation (1) sont des fonctions limitées, la variable x pouvant recevoir toutes les valeurs positives et négatives. On voit que, A étant une constante réelle satisfaisant à l'inégalité $A^2 < 1$, toutes les solutions de l'équation (1) sont limitées. Dans les autres cas, sauf peut-être celui où $A^2 = 1$, elles ne jouissent pas de cette propriété.

» Pour le calcul approximatif de A on a plusieurs méthodes, parmi lesquelles il y en a une dont je me suis occupé particulièrement. Cette méthode consiste à représenter la constante A par une série, qu'on obtient en remplaçant l'équation (1) par celle-ci

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \mu p(x) y = 0,$$

μ étant un paramètre arbitraire, et en développant A suivant les puissances croissantes de μ, pour poser ensuite $\mu = 1$. On arrive de cette manière à la série

$$A = 1 - A_1 + A_2 - A_3 + \ldots \tag{2}$$

toujours convergente, dont les termes peuvent être représentés par des intégrales multiples. Pour A_1 on a cette expression simple

$$A_1 = \frac{\omega}{2} \int_0^{\omega} p(x)\, dx.$$

» Quant aux termes suivants, on aura, en posant

$$\int p(x)\,dx = \mathrm{P}(x), \qquad \int_0^\omega p(x)\,dx = \Omega$$

et en faisant, pour simplifier l'écriture, $\mathrm{P}(x_i) = \mathrm{P}_i$, cette formule générale

$$\mathrm{A}_n = \frac{1}{2}\int_0^\omega dx_1 \int_0^{x_1} dx_2 \ldots \int_0^{x_{n-1}} (\Omega - \mathrm{P}_1 + \mathrm{P}_n)(\mathrm{P}_1 - \mathrm{P}_2)(\mathrm{P}_2 - \mathrm{P}_3)\ldots(\mathrm{P}_{n-1} - \mathrm{P}_n)\,dx_n.$$

» Dans le Mémoire *Le problème général de la stabilité du mouvement* (Kharkow, 1892) j'ai considéré la série (2) dans la supposition que $p(x)$ est une fonction réelle conservant toujours le même signe. Le cas le plus intéressant est celui de $p(x)$ positive. On voit que, dans ce cas, tous les A_n sont positifs, en sorte que la série (2) a ses termes alternativement positifs et négatifs. Mais il y a plus : on peut obtenir, dans ce cas, l'inégalité

$$\mathrm{A}_{m+n} < \frac{1.2.3\ldots m.1.2.3\ldots n}{1.2.3\ldots(m+n)}\mathrm{A}_m \mathrm{A}_n$$

qui donne

$$\mathrm{A}_n < \frac{\mathrm{A}_1}{n}\mathrm{A}_{n-1}$$

et qui fait ainsi voir qu'à partir d'un certain rang les termes de ladite série vont constamment en décroissant en valeurs absolues, circonstance très importante pour les calculs numériques. Si l'on a $\mathrm{A}_1 \leqq 2$, cette circonstance se présente déjà dès le deuxième terme et la série (2) conduit à l'inégalité $\mathrm{A}^2 < 1$. On arrive ainsi à la proposition suivante, que j'avais déjà indiquée dans le Mémoire cité :

» *Si la fonction $p(x)$, ne recevant que des valeurs positives ou nulles, vérifie la condition*

$$\omega \int_0^\omega p(x)\,dx \leqq 4,$$

on a pour l'équation (1) *l'inégalité* $\mathrm{A}^2 < 1$.

» Quant aux cas où la fonction $p(x)$ change de signe, on ne peut rien dire, en général, ni des signes des A_n, ni des valeurs de leurs rapports mutuels. Mais, dans un de ces cas, celui où $p(x)$ est une *fonction impaire*, on arrive à des résultats simples, analogues aux précédents. C'est sur ces résultats que je veux appeler ici l'attention.

» En supposant que $p(x)$ est une fonction impaire, on aura

$$\Omega = \int_0^\omega p(x)\,dx = 0,$$

et, par suite, $A_1 = 0$. Mais, dans ce cas, on aura aussi $A_n = 0$ pour toutes les valeurs impaires de n, de sorte que la série (2) se réduira à la suivante :

$$(3) \qquad A = 1 + A_2 + A_4 + A_6 + \ldots.$$

Or, ce que je veux surtout signaler dans cette Note, c'est que, dans le cas considéré, l'expression générale de A_{2n} se réduit à celle-ci

$$A_{2n} = (-2)^n \int_0^{\frac{\omega}{2}} dx_1 \int_0^{x_1} dx_2 \ldots \int_0^{x_{2n-1}} (P_1 - P_2)^2 (P_3 - P_4)^2 \ldots (P_{2n-1} - P_{2n})^2 \, dx_{2n}.$$

» On a là une transformation de l'intégrale multiple, qui a lieu toutes les fois que la fonction $P(x)$ vérifie l'égalité $P(\omega - x) = P(x)$.

» De cette expression de A_{2n} on conclut que, la fonction $p(x)$ étant réelle, *la série* (3) *a ses termes alternativement positifs et négatifs*. Mais l'analogie avec le cas de $p(x)$ positive va encore plus loin, puisque de ladite expression on peut déduire l'inégalité suivante

$$|A_{2m+2n}| < \frac{1.2.3\ldots m.1.2.3\ldots n}{1.2.3\ldots(m+n)} |A_{2m}| |A_{2n}|,$$

et comme il suit de là

$$|A_{2n}| < \frac{|A_2|}{n} |A_{2n-2}|,$$

on voit qu'à partir d'un certain rang les termes de la série (3) constamment décroissent en valeurs absolues. Si l'on a $|A_2| \leqq 2$, ce décroissement commence déjà dès le deuxième terme et l'on se trouve dans le cas de $A^2 < 1$. On parvient ainsi à la proposition suivante :

» *La fonction* $p(x)$ *étant réelle et impaire, soit*

$$\int p(x)\, dx = P,$$

la constante arbitraire étant déterminée de manière à avoir

$$\int_0^{\omega} P\, dx = 0.$$

» *Alors, si l'on a*

$$\omega \int_0^{\omega} P^2\, dx \leqq 4,$$

il est certain que la constante A *pour l'équation* (1) *vérifie l'inégalité* $A^2 < 1$.

» Il va de soi que cette proposition, ainsi que les conclusions précédentes concernant les valeurs des A_n, subsiste, si la fonction $p(x)$, au

lieu d'être impaire, vérifie une égalité de la forme

$$p(\alpha - x) + p(x) = 0,$$

α étant une constante quelconque.

» On trouvera la démonstration et le développement des résultats ci-dessus dans un Mémoire qui sera publié dans le tome VI des *Communications de la Société mathématique de Kharkow*. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Appell.

« Soient $x_1, x_2, x_3; y_1, y_2, y_3$ les fonctions de la variable indépendante t, qui caractérisent le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini (variables de M. Clebsch).

» Soit T une forme quadratique définie positive de six variables $x_1, x_2, x_3; y_1, y_2, y_3$ à coefficients constants

$$a_j,\ b_j,\ A_j, \qquad (j = 1, 2, 3),$$
$$a_{i,k}, \qquad (i, k = 1, 2, 3).$$

» Posons

$$2T = 2T_1 + 2T_2 + 2T_3,$$
$$2T_1 = a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + a_3 x_3^2 + 2b_1 x_2 x_3 + 2b_2 x_3 x_1 + 2b_3 x_1 x_2,$$
$$T_2 = \Sigma a_{i,k} x_i y_k, \qquad 2T_3 = A_1 y_1^2 + A_2 y_2^2 + A_3 y_3^2.$$

» On voit immédiatement que, A_1, A_2, A_3 *étant inégaux*, les équations de mouvement

$$(1)\quad \frac{dx_1}{dt} = x_2 \frac{\partial T}{\partial y_3} - x_3 \frac{\partial T}{\partial y_2}, \quad \frac{dy_1}{dt} = x_2 \frac{\partial T}{\partial x_3} - x_3 \frac{\partial T}{\partial x_2} + y_2 \frac{\partial T}{\partial y_3} - y_3 \frac{\partial T}{\partial y_2}, \quad \cdots$$

admettent une quatrième intégrale algébrique, si

$$2T = a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + a_3 x_3^2 + 2a_{1,1} x_1 y_1 + 2a_{2,2} x_2 y_2 + 2a_{3,3} x_3 y_3 + A_1 y_1^2 + A_2 y_2^2 + A_3 y_3^2,$$

où

$$(2)\quad \begin{cases} a_{1,1} = \sigma A_2 A_3, & a_1 = \sigma^2 A_1 (A_2^2 + A_3^2), \\ a_{2,2} = \sigma A_3 A_1, & a_2 = \sigma^2 A_2 (A_3^2 + A_1^2), \\ a_{3,3} = \sigma A_1 A_2, & a_3 = \sigma^2 A_3 (A_1^2 + A_2^2). \end{cases}$$

σ est une constante quelconque.

» Cette intégrale sera de la forme

$$\sigma^2[(A_2-A_3)^2x_1^2+(A_3-A_1)^2x_2^2+(A_1-A_2)^2x_3^2] \\ -2\sigma(A_1x_1y_1+A_2x_2y_2+A_3x_3y_3)-(y_1^2+y_2^2+y_3^2)=\text{const.}$$

» C'est le cas d'intégrabilité que j'ai indiqué dans le Tome XLII des *Mathematische Annalen*.

» M. Liapounoff avait remarqué aussi qu'on peut remplacer les conditions (2) par les conditions plus générales

$$a_{1,1}=b+\sigma A_2A_3, \qquad a_1=a+\frac{(a_{2,2}-a_{3,3})^2}{A_1},$$
$$a_{2,2}=b+\sigma A_3A_1, \qquad a_2=a+\frac{(a_{3,3}-a_{1,1})^2}{A_2},$$
$$a_{3,3}=b+\sigma A_1A_2, \qquad a_3=a+\frac{(a_{1,1}-a_{2,2})^2}{A_3},$$

a, b, σ étant des constantes quelconques.

» En supposant que A_2-A_1, A_3-A_1 deviennent infiniment petites, b et σ infiniment grandes ($a_{1,1}$, $a_{2,2}$, $a_{3,3}$ conservant des valeurs invariables), il a obtenu un cinquième cas d'intégrabilité, défini par les conditions

$$(3)\quad \begin{cases} A_1=A_2=A_3=A, \\ a_1-\dfrac{(a_{2,2}-a_{3,3})^2}{A}=a_2-\dfrac{(a_{3,3}-a_{1,1})^2}{A}=a_3-\dfrac{(a_{1,1}-a_{2,2})^2}{A}. \end{cases}$$

» C'est un cas limite du cas précédent.

» Les équations (1) admettent dans ce cas l'intégrale suivante

$$a_{1,1}[(a_{2,2}+a_{3,3})x_1+Ay_1]^2 \\ +a_{2,2}[(a_{3,3}+a_{1,1})x_2+Ay_2]^2+a_{3,3}[(a_{1,1}+a_{2,2})x_3+Ay_3]^2=\text{const.}$$

(Voir *Communications de la Société mathématique de Kharkow*, t. IV, N^{os} 1, 2; 1893.)

» Ces cas, indiqués par M. Liapounoff et moi, sont essentiellement différents de ceux de M. Clebsch.

» Il me semble cependant impossible de tirer les conditions (2) et (3) des conditions (a) et (b) données par M. Liouville dans une Note « Sur le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini », insérée dans le n° 21 (23 novembre 1896) des *Comptes rendus*. »

NOMOGRAPHIE. — *Sur l'emploi des systèmes réguliers de points cotés dans la représentation des équations.* Note de M. **M. d'Ocagne.**

« Nous avons, dans une précédente Communication [1] (7 décembre 1896), indiqué le critérium auquel on reconnaît qu'une équation de la forme

$$\text{(I)} \qquad A\alpha_1\alpha_2\alpha_3 + B_1\alpha_2\alpha_3 + B_2\alpha_3\alpha_1 + B_3\alpha_1\alpha_2 + C_1\alpha_1 + C_2\alpha_2 + C_3\alpha_3 + D = 0$$

est représentable par trois systèmes linéaires de points cotés, à savoir, en posant

$$\begin{aligned}\Delta = {} & (B_1C_1 + B_2C_2 + B_3C_3 - AD)^2 \\ & - 4(B_1C_1B_2C_2 + B_2C_2B_3C_3 + B_3C_3B_1C_1 - AC_1C_2C_3 - B_1B_2B_3D),\end{aligned}$$

que Δ soit supérieur ou égal à zéro.

» Si les points dont les cotes croissent par intervalles égaux sont régulièrement espacés sur la droite qui les supporte, le système est dit *régulier*. Au point de vue pratique ces systèmes réguliers ont une importance particulière; leur construction est, en effet, la plus simple qu'on puisse imaginer. Dès lors se pose ce second problème : *une équation* (I) *étant représentable par trois systèmes linéaires de points cotés peut-on, par une transformation homographique appropriée, faire en sorte que ces trois systèmes soient réguliers?*

» Si

$$uf_i(\alpha_i) + v\varphi_i(\alpha_i) + \psi_i(\alpha_i) = 0 \qquad (i = 1, 2, 3),$$

où f_i, φ_i, ψ_i sont des fonctions linéaires, est l'équation du système (α_i), l'équation (I) peut s'écrire

$$\begin{vmatrix} f_1 & \varphi_1 & \psi_1 \\ f_2 & \varphi_2 & \psi_2 \\ f_3 & \varphi_3 & \psi_3 \end{vmatrix} = 0.$$

» Multiplions-la par le déterminant

$$H = \begin{vmatrix} \lambda_1 & \mu_1 & \nu_1 \\ \lambda_2 & \mu_2 & \nu_2 \\ \lambda_3 & \mu_3 & \nu_3 \end{vmatrix}$$

---

[1] Voir p. 988.

supposé différent de zéro. Nous avons ainsi

$$\begin{vmatrix} \lambda_1 f_1 + \mu_1 \varphi_1 + \nu_1 \psi_1 & \lambda_2 f_1 + \mu_2 \varphi_1 + \nu_2 \psi_1 & \lambda_3 f_1 + \mu_3 \varphi_1 + \nu_3 \psi_1 \\ \lambda_1 f_2 + \mu_1 \varphi_2 + \nu_1 \psi_2 & \lambda_2 f_2 + \mu_2 \varphi_2 + \nu_2 \psi_2 & \lambda_3 f_2 + \mu_3 \varphi_2 + \nu_3 \psi_2 \\ \lambda_1 f_3 + \mu_1 \varphi_3 + \nu_1 \psi_3 & \lambda_2 f_3 + \mu_2 \varphi_3 + \nu_2 \psi_3 & \lambda_3 f_3 + \mu_3 \varphi_3 + \nu_3 \psi_3 \end{vmatrix} = 0.$$

» L'équation, écrite sous cette forme, conduit à trois nouveaux systèmes de points cotés. Écrivons l'équation du premier d'entre eux

$$u(\lambda_1 f_1 + \mu_1 \varphi_1 + \nu_1 \psi_1) + v(\lambda_2 f_1 + \mu_2 \varphi_1 + \nu_2 \psi_1) + \lambda_3 f_1 + \mu_3 \varphi_1 + \nu_3 \psi_1 = 0.$$

» Les coordonnées cartésiennes du point ainsi défini sont

$$x = \frac{(\lambda_2 - \lambda_1) f_1 + (\mu_2 - \mu_1)\varphi_1 + (\nu_2 - \nu_1)\psi_1}{(\lambda_1 + \lambda_2) f_1 + (\mu_1 + \mu_2)\varphi_1 + (\nu_1 + \nu_2)\psi_1},$$

$$y = \frac{-(\lambda_3 f_1 + \mu_3 \varphi_1 + \nu_3 \psi_1)}{(\lambda_1 + \lambda_2) f_1 + (\mu_1 + \mu_2)\varphi_1 + (\nu_1 + \nu_2)\psi_1}.$$

» Pour que le système soit régulier, il faut que le dénominateur de ces deux fractions soit *constant mais différent de zéro,* c'est-à-dire que le coefficient de α_1 y soit nul et le terme constant différent de zéro.

» Pour avoir trois systèmes réguliers, il faut donc pouvoir disposer des paramètres $\lambda_i, \mu_i, \nu_i \, (i = 1, 2, 3)$, de façon à satisfaire à cette double condition, pour chacun d'eux, tout en ayant pour H une valeur différente de zéro.

» Ce problème se trouve traité en détail dans la seconde partie du Mémoire qui est annoncé dans ma précédente Note. On peut en résumer la conclusion ainsi qu'il suit :

» *Les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une équation* (I), *à* Δ *non négatif, soit représentable par trois systèmes réguliers de points cotés, sont*

$$A = 0, \qquad \text{avec} \begin{cases} \text{soit } B_1 B_2 B_3 \neq 0, \\ \text{soit } B_1 = 0, \qquad B_2 C_2 - B_3 C_3 \neq 0. \end{cases}$$

» *Si ces conditions ne sont pas remplies, deux des systèmes de points cotés peuvent être rendus réguliers, à moins que l'on n'ait à la fois*

$$A \neq 0, \qquad AC_1 - B_2 B_3 = 0, \qquad AC_2 - B_3 B_1 = 0, \qquad AC_3 - B_1 B_2 = 0,$$

auquel cas un seul des trois systèmes peut être rendu régulier. »

MÉCANIQUE. — *Sur une machine thermique.*
Note de M. **Delsol.**

« Cette machine est destinée à recueillir le travail produit par le gaz qui se dégage d'une solution d'ammoniaque, quand on la chauffe. Elle se compose de : 1° une chaudière à la température absolue t; 2° un condenseur à la température absolue t'; 3° un mécanisme semblable à celui d'une machine à vapeur à détente et à condensation; 4° un appareil A à double circulation d'eau, dont nous indiquerons l'usage.

» La chaudière contient une solution ammoniacale saturée à la température t et sous la pression P; le condenseur, une solution ammoniacale saturée à la température t' et sous la pression P'; t et P, d'une part, t' et P', d'autre part, sont déterminés de manière que la solution contenue dans le condenseur soit plus riche que celle de la chaudière.

» On prend au condenseur, pour l'envoyer dans A, le poids de solution nécessaire pour qu'il s'en dégage dans la chaudière 1^{kg} d'ammoniaque. De A la solution passe dans la chaudière; l'ammoniaque se dégage et va dans le mécanisme, où elle agit d'abord à pleine pression, puis en se détendant adiabatiquement, jusqu'à ce qu'elle ait la pression P' du condenseur, où elle est alors envoyée. La solution appauvrie revient de la chaudière à A, où elle circule en sens inverse, et de là au condenseur, où elle redissout l'ammoniaque détendue. Le cycle est ainsi clos.

» A est disposé de manière que la chaleur perdue par la solution pauvre, quand elle revient de la chaudière au condenseur, soit complètement utilisée à rechauffer la solution riche qui va du condenseur à la chaudière. Cette dernière contenant plus d'ammoniaque, il faudra, pour la porter à la température de la chaudière, lui donner encore un supplément de chaleur que nous appellerons k.

» Cela posé, soient π la chaleur latente de vaporisation de l'ammoniaque à la température t, et α une quantité de chaleur telle que $\pi + \alpha$ soit égal à la chaleur qu'il faut dépenser pour séparer l'ammoniaque de l'eau, à la même température et sous la pression P. Supposons, ce qui est permis, que P soit égal à la tension maximum de l'ammoniaque pour la température t. La chaudière a fourni une quantité de chaleur égale à $\pi + \alpha + k$. Si ρ est le rendement de la machine, le travail produit est $\rho(\pi + \alpha + k)$.

» D'autre part, l'ammoniaque a parcouru le même cycle de Carnot que si

elle avait travaillé dans une machine à ammoniaque liquide, sauf que la période de compression adiabatique finale était supprimée et, avec elle, le travail résistant qui lui correspond. Le travail accompli est donc plus grand que $\pi\frac{t-t_0}{t}$, en appelant t_0 la température absolue d'un condenseur imaginaire dans lequel la tension de l'ammoniaque détendue serait égale à sa pression finale P'. On a donc

$$\rho(\pi+\alpha+k) > \pi\frac{t-t_0}{t}, \qquad \text{d'où} \qquad \rho > \frac{\pi}{\pi+\alpha+k}\,\frac{t-t_0}{t};$$

ρ sera donc plus grand que $\frac{t-t'}{t}$, si l'on a

$$\frac{\pi}{\pi+\alpha+k}\,\frac{t-t_0}{t} \geqq \frac{t-t'}{t}.$$

» D'où

$$\frac{\pi}{\pi+\alpha+k} \geqq \frac{t-t'}{t-t_0}.$$

» Faisons $t = 273+70$; $t' = 273+30$. $P' = \frac{1}{2}$ atmosphère, ce qui donne

$$t_0 = 273 - 55.$$

» Alors

$$\frac{t-t'}{t-t_0} = \frac{40}{125} = \frac{32}{100}.$$

k est au plus égal à la chaleur nécessaire pour porter de 30° à 70° centigrades un kilogramme d'ammoniaque liquide. Il est donc certainement plus petit que 40 calories. D'après la Thermochimie, t étant égal à $273+15$, π serait égal à α et chacun d'eux à 260 calories; t devenant égal à $273+70$, π et α sont plus petits. A défaut de données précises, nous les supposerons encore égaux entre eux et prendrons pour leur valeur commune 230 calories.

Alors $\frac{\pi}{\pi+\alpha+k}$ sera plus grand que $\frac{230}{500}$ ou que $\frac{46}{100}$, et l'on aura bien : $\frac{46}{100} > \frac{32}{100}$.

» En faisant π et α égaux à 200 calories, $\frac{\pi}{\pi+\alpha+k}$ serait encore plus grand que $\frac{200}{440}$ ou que $\frac{5}{11}$, et l'on aurait $\frac{5}{11} > \frac{32}{100}$.

» Enfin, en supposant même α égal à 260 et π égal à 200, $\frac{\pi}{\pi+\alpha+k}$ serait plus grand que $\frac{200}{500} = \frac{40}{100}$, et l'on aurait encore $\frac{40}{100} > \frac{32}{100}$.

» Le rendement $\frac{t-t'}{t}$ n'est donc pas le rendement maximum d'une machine thermique fonctionnant entre les températures t et t'.

» Les valeurs données à t, t', P et P' sont compatibles avec les résultats connus des expériences, l'eau ne dissolvant à 70°, même sous les plus fortes pressions, que des quantités négligeables d'ammoniaque, tandis qu'à 30°, et sous la pression de $\frac{1}{2}$ atmosphère, elle en dissout encore une quantité considérable. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème des membranes vibrantes.* Note de M. **Le Roy**, présentée par M. Poincaré.

« On connaît l'équation des vibrations transversales d'une membrane élastique tendue :

$$\Delta z = \frac{\partial^2 z}{\partial t^2}. \tag{1}$$

Le problème d'intégration correspondant consiste à construire une fonction continue $z(x, y, t)$ s'annulant sur un contour fermé C, vérifiant l'équation (1) en tout point de l'aire plane A limitée par C, et telle que z et $\frac{\partial z}{\partial t}$ se réduisent pour $t = 0$ à des fonctions données $\varphi(x, y)$ et $\psi(x, y)$.

» J'ai montré (*Comptes rendus*, 28 janvier 1895) qu'il existe toujours une fonction W (x, y, t) s'annulant sur C, vérifiant dans A l'équation de Fourier

$$\Delta W = \frac{\partial W}{\partial t}$$

et se réduisant pour $t = 0$ à une fonction donnée $f(x, y)$ assujettie seulement à être continue. En faisant usage des constantes ξ_i^2 et des fonctions correspondantes $U_i(x, y)$ définies par M. Poincaré (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, 1894), on a

$$W = \sum A_i U_i e^{-\xi_i^2 t}, \qquad A_i = \int_{(A)} f U_i \, d\omega.$$

La série n'est valable que pour $t > 0$. Néanmoins il est prouvé que W tend vers f lorsque t tend vers zéro.

» Cela étant, posons

$$a_i = \int_{(A)} \varphi U_i \, d\omega, \qquad b_i = \int_{(A)} \psi U_i \, d\omega$$

et considérons la fonction

$$z = \sum \left(a_i \cos \xi_i t + \frac{b_i}{\xi_i} \sin \xi_i t \right) U_i e^{-\xi_i \theta}.$$

C'est une fonction de x, y, t, θ qui, pour $\theta > 0$, a des dérivées de tous les ordres. On a

$$\Delta z = \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} \quad (\text{dans A}), \qquad z = 0 \quad (\text{sur C}).$$

Pour $t = 0$, z et $\frac{\partial z}{\partial t}$ se réduisent à deux fonctions $U(x, y, \theta)$ et $V(x, y, \theta)$, qui s'annulent sur C, qui vérifient les équations

$$\Delta U = \frac{\partial U}{\partial \theta}, \qquad \Delta V = \frac{\partial V}{\partial \theta},$$

et qui, pour $\theta = 0$, deviennent égales à φ et ψ.

» On peut imaginer une suite convergente de valeurs de θ ayant zéro pour limite. Si θ_j est un terme de cette suite, la fonction z_j correspondante s'annule sur C et vérifie l'équation des membranes. Enfin, pour $t = 0$, z_j et $\frac{\partial z_j}{\partial t}$ se réduisent à U_j et V_j qui diffèrent aussi peu que l'on veut de φ et ψ, pourvu que θ_j soit suffisamment petit. J'ajoute que la convergence des suites U_j et V_j vers φ et ψ est uniforme si ces dernières fonctions sont nulles le long de C : c'est d'ailleurs ce qui a lieu dans le cas des membranes vibrantes.

» *Le problème des membranes vibrantes peut donc être regardé comme résolu au point de vue physique, en ce sens que l'on possède un moyen effectif de former une fonction continue z qui remplit les conditions prescrites, sauf que z et* $\frac{\partial z}{\partial t}$, *au lieu de se réduire rigoureusement pour* $t = 0$ *à des fonctions données, en approchent seulement autant qu'on veut.*

» On peut arriver au même résultat par une autre voie. Je me bornerai, bien que l'on puisse se placer dans des circonstances plus générales, au cas où $\psi \equiv 0$ et où φ s'annule sur C et possède des dérivées des deux premiers ordres.

» Reprenons la fonction W et posons

$$W' = \frac{\partial W}{\partial t}.$$

On constate facilement que W' s'annule sur C, satisfait à la même équation que W et se réduit à $\Delta\varphi$ pour $t = 0$ si W se réduit alors à φ. L'inégalité

$\Delta\varphi < \beta$ entraîne $|W'| < \beta$. La formule des accroissements finis donne

$$W(x, y, t) = \varphi(x, y) + tW'(x, y, t') \qquad (0 < t' < t).$$

D'où

$$|W - \varphi| < \frac{\varepsilon}{2} \qquad \left(\text{si } t < \frac{\varepsilon}{2\beta}\right).$$

» Prenons $t = t_0$, t_0 étant un nombre compris entre 0 et $\frac{\varepsilon}{2\beta}$. On peut encore choisir n assez grand pour que l'on ait

$$\left| W - \sum_1^n A_i U_i e^{-\xi_i^2 t_0} \right| < \frac{\varepsilon}{2}.$$

» Finalement

$$\left| \varphi - \sum_1^n B_i U_i \right| < \varepsilon, \qquad B_i = A_i e^{-\xi_i^2 t_0}.$$

» *Bien que l'on ne sache pas s'il est permis de développer* φ *en série procédant suivant les fonctions* U_i, *il est cependant possible (et d'une infinité de manières) de représenter cette fonction par une somme d'un nombre fini de termes de la forme* $B_i U_i$, *les* B_i *étant des constantes.* Posons maintenant

$$z = \sum_1^n B_i U_i \cos \xi_i t.$$

» *La fonction z résout le problème des membranes vibrantes avec telle approximation que l'on veut.*

» Soit ε_j le terme général d'une suite convergente de nombres positifs ayant zéro pour limite. Je viens de montrer qu'il est possible de construire une suite de fonctions z_j dont chacune vérifie l'équation des membranes et dont l'ensemble forme pour $t = 0$ une suite uniformément convergente ayant φ pour limite. *J'ajoute que l'on peut bien facilement démontrer la convergence uniforme de la suite* z_j *pour toute valeur de t.* On définit ainsi sans ambiguïté une fonction limite z qui est continue, qui s'annule sur C et qui se réduit à φ pour $t = 0$. *Cette fonction peut être représentée par une série absolument et uniformément convergente de fonctions vérifiant l'équation des membranes.*

» On peut remarquer que les théorèmes précédents justifient l'emploi en Physique de certaines séries analogues aux séries trigonométriques pour effectuer la représentation analytique des fonctions arbitraires, même lorsque la convergence de ces séries n'est pas prouvée ou n'a pas lieu. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Méthodes de calcul en Électromagnétisme.* Note de M. VASCHY.

« Je reviens sur le sujet de ma Note [1] du 14 décembre pour indiquer des méthodes de calcul exactes. Je suppose démontrées :

» 1° La formule de l'énergie W d'un champ magnétique quelconque, formule de Maxwell, donnée dans des Ouvrages français, mais peu utilisée,

$$W = \int_U \frac{kh^2}{8\pi} du;$$

U est le volume du champ, du un volume infiniment petit, h l'intensité du champ dans le volume du, k le pouvoir inducteur magnétique du milieu;

» 2° La formule du travail $\delta\mathfrak{T}_{ac}$, pendant le temps dt, des forces dues aux actions réciproques des aimants et des courants $\delta\mathfrak{T}_{ac} = \Sigma \mathrm{I}\, \delta\Phi_a$, $\delta\Phi_a$ désignant la variation du flux moyen d'induction Φ_a dû aux aimants à travers le circuit I;

» 3° Celle du travail des forces magnétiques exercées par les courants sur les courants $\delta\mathfrak{T}_c = \frac{1}{2}\Sigma \mathrm{I}\, \delta\Phi_c$, $\delta\Phi_c$ désignant la variation du flux d'induction à travers le circuit I créée par le déplacement des courants.

» Soit $\delta\mathfrak{T}_a$ le travail des forces réciproques des aimants.

» L'intensité h du champ est la résultante des intensités h_a et h_c du champ des aimants et du champ des courants. On a donc

$$W = \int_u \frac{kh_a^2}{8\pi} du + \int_u \frac{kh_c^2}{8\pi} du + \int_u \frac{kh_a h_c \cos(h_a h_c)}{4\pi} du.$$

Ces trois termes sont les énergies W_a du champ des aimants $(\delta\mathfrak{T}_a + \delta W_a = 0)$ et W_c du champ des courants, et l'*énergie relative* W_{ac} des deux champs.

» *L'énergie relative des deux champs d'aimants et de courants est nulle.* Prenons dans le champ des courants un tube de flux d'induction à section infiniment petite; le flux d'induction $d\varphi$, constant à travers une section droite quelconque dS, est égal à $kh_c\, d$S. La chute de potentiel $V_A - V_B$ du

---

[1] Dans une Note du 9 avril 1887 (*Lum. électr.*), où je signalais les mêmes erreurs, j'établissais la véritable analogie des courants et des feuillets au point de vue de l'énergie.

champ des aimants entre les bouts A et B du tube est égale à

$$\int_A^B h_a\, ds \cos(h_a h_c).$$

Pour ce tube, où $du = ds\, dS$, l'élément d'intégrale de W_{ac} est $\frac{1}{4\pi} d\varphi (V_A - V_B)$, et pour un tube quelconque limité à deux sections S′ et S″, l'intégrale est

$$+\int_{S'} \frac{1}{4\pi} d\varphi\, V_A - \int_{S''} \frac{1}{4\pi} d\varphi\, V_B.$$

Un autre tube de flux contigu par la base S′ donne le terme $-\int_{S'} \frac{1}{4\pi} d\varphi\, V_A$ qui annule $+\int_S \frac{1}{4\pi} d\varphi\, V_A$. Comme U peut se décomposer en de tels tubes contigus par une même base, tous ces éléments d'intégrales s'annuleront; donc $W_{ac} = 0$.

» *Champ de courants.* — Le calcul de l'énergie W de ce champ se fera comme celui de W_{ac}. Choisissons comme bases de deux tubes de flux les deux faces positive A et négative B du feuillet d'un courant infiniment petit i. Les termes correspondants de l'intégrale W_c sont $+\int_A \frac{1}{4\pi} V_A\, d\varphi$ et $-\int_B \frac{1}{4\pi} V_B\, d\varphi$. Comme en un point $V_A - V_B = 4\pi i$, la somme est $\frac{1}{2} i\varphi$, φ étant le flux d'induction à travers le feuillet. Pour un circuit I_1 la somme des intégrales $\frac{1}{2} i\varphi$ pourra s'écrire $\frac{1}{2} I_1 \Phi_1$; Φ_1 est appelé *flux d'induction moyen* à travers le circuit I_1. Ainsi

$$W = \tfrac{1}{2} \Sigma I \Phi.$$

» Si h_I désigne l'intensité du champ du courant I, qui est proportionnelle à I, on a

$$W = \sum \int_U \frac{k h_I^2}{8\pi} du + \sum \int_U \frac{k h_I h_{I'} \cos(h_I h_{I'})}{4\pi} du = \tfrac{1}{2} \Sigma L I^2 + \Sigma M I I'.$$

» On déduit de ces formules

$$\Phi_1 = L_1 I_1 + M_{12} I_2 + \ldots,$$

$$(1) \qquad \delta W = \Sigma(\tfrac{1}{2} I^2\, \delta L + I I'\, \delta M) + \Sigma[L I\, \delta I + M\, \delta(I I')].$$

» L'expression du travail $d\varpi$ est :

$$\delta\varpi = \Sigma \tfrac{1}{2} I\, \delta\Phi = \Sigma(\tfrac{1}{2} I^2\, \delta L + I I'\, \delta M).$$

» Il en résulte

$$(2) \qquad \delta\varpi + \delta W = \Sigma I\,\delta\Phi,$$

et non pas > 0, comme on l'écrit souvent à tort,

$$\delta W = \delta\varpi + \Sigma[LI\,\delta I + M\,\delta(II')].$$

» Donc, *la variation* δW *de l'énergie d'un champ de courants comprend une partie due au déplacement des corps et égale au travail* $\delta\varpi$ *des forces magnétiques, et une partie due aux seules variations des courants et égale à* $I\,\delta\varphi$.

» *Champ d'aimants et de courants.* — Dans un tel champ H, l'équation (2) ne change pas de forme, car $\delta\varpi_a + \delta W_a$ est nul, et le travail $\delta\varpi_{ac}$, d'après sa définition, est égal à $\Sigma I\,\delta\Phi_a$. En ajoutant ces termes à ceux de l'équation (2) et employant pour le champ H complet les mêmes notations $\delta\varpi$, δW, $\delta\Phi$, on obtiendra encore la forme de (2).

» *Induction électromagnétique.* — Dans le champ défini ci-dessus interviennent forcément des variations et travaux électriques et magnétiques et un accroissement δQ de chaleur dû aux courants; nous supposerons qu'il n'y ait pas d'autre variation d'énergie, le travail étant utilisé, par exemple, à l'extérieur du champ. En outre, les calculs suivants s'appliquent à des cas nombreux de la pratique où la puissance du champ électrique est négligeable par rapport à celle du champ magnétique. Alors, l'application du principe de la conservation de l'énergie donne :

$$\delta\varpi + \delta W + \delta Q = 0,$$

ou

$$\Sigma I\,\delta\Phi + \delta Q = 0.$$

» *Exemple.* — Circuit I mobile et déformable en présence *d'aimants*. On a :

$$I\,\delta\Phi + RI^2\,dt = 0.$$

» De là on a déduit la définition de la *force électromotrice induite*, par la formule

$$RI = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Phi_{aim.}}{dt} - \frac{d\Phi_{cour.}}{dt}.$$

» Toutes les formules précédentes, vraies pour des courants permanents (ou sensiblement permanents), s'étendent à l'état variable du champ; mais les coefficients I ont alors un autre sens plus général. Je n'insisterai pas là-dessus (voir ma *Théorie de l'Électricité*, Chap. XI). »

ÉLECTRICITÉ. — *Différence d'action de l'état des surfaces polaires d'un excitateur sur les potentiels explosifs, statique et dynamique.* Note de M. **Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« Lorsqu'on fait éclater successivement plusieurs étincelles entre les pôles d'un excitateur préalablement poli à l'émeri, les surfaces entre lesquelles éclatent les étincelles se ternissent par suite d'une oxydation des pôles. Nous étudierons ici l'influence de cette couche d'oxyde sur les potentiels explosifs, statique et dynamique.

» La méthode des deux excitateurs dérivés [1] s'applique très bien à cette étude.

» Cette méthode permet, en effet, de déterminer la distance explosive d'un excitateur E se déchargeant pour le même potentiel qu'un excitateur N maintenu dans un état constant : 1° quand E est poli; 2° quand les pôles de E sont déjà ternis, et cela quel que soit le mode de charge statique ou dynamique des excitateurs.

» L'expérience a donné les résultats suivants :

» Quand les surfaces polaires se ternissent sous l'action oxydante des étincelles :

» 1° *Le potentiel explosif statique reste sensiblement constant ou semble plutôt diminuer légèrement.*

» 2° *Le potentiel explosif dynamique subit une augmentation qui peut être considérable* (la distance explosive dynamique d'un excitateur poli peut être deux ou trois fois plus grande que celle de l'excitateur terni).

» 3° *Le potentiel explosif dynamique peut varier dans de grandes proportions d'une étincelle à la suivante.*

» On peut expliquer cette différence d'action de l'oxydation des pôles sur les potentiels explosifs, statique et dynamique, de la manière suivante :

» On peut admettre que la mince couche d'oxyde, formée par les étincelles, n'est ni un isolant parfait, ni un bon conducteur pour l'électricité.

» Lorsque la charge se fait très rapidement, par la méthode dynamique, l'électricité est distribuée sur chacun des pôles de l'excitateur entre le métal et la couche d'oxyde. En raison de la très faible durée de la charge

---

(1) *Comptes rendus*, 8 juillet 1895.

dynamique, cette couche joue le rôle d'un diélectrique solide. Pour qu'une décharge éclate entre les pôles de l'excitateur, l'électricité doit non seulement traverser l'air, mais encore la mince couche d'oxyde; or, pour percer un diélectrique solide, il faut une différence de potentiel beaucoup plus considérable que pour percer la même épaisseur d'air, donc :

» *Le potentiel explosif dynamique d'un excitateur terni est plus grand que le potentiel explosif de l'excitateur poli.*

» Dans la charge statique, l'excitateur se charge lentement; la couche d'oxyde qui est douée d'une certaine conductibilité joue le rôle de conducteur.

» L'électricité est distribuée à la surface libre de la couche d'oxyde.

» La décharge, pour se produire, n'a pas à traverser de diélectrique solide; elle ne doit percer qu'une couche d'air très peu inférieure à celle qu'elle aurait à traverser si l'excitateur était poli et

» *Le potentiel explosif statique de l'excitateur terni est légèrement inférieur au potentiel explosif de l'excitateur poli.*

» Ce dernier fait a été signalé par M. Baille (1). »

PHYSIQUE. — *Action des rayons X sur les diélectriques gazeux.* Note de M. L. **Benoist**, présentée par M. Lippmann.

« Dans notre Communication du 27 avril dernier, nous avons, M. Hurmuzescu et moi, formulé, à la suite de nos expériences, une loi générale relative à la vitesse de dissipation de l'électricité par les rayons X, lorsque ceux-ci frappent normalement une même surface électrisée placée, soit dans *un même gaz à différentes pressions*, soit dans *différents gaz à la même pression*.

» Dans une Note récente (2), M. Jean Perrin donne une loi relative à l'action des rayons X sur *un même gaz à différentes pressions*, ces rayons ne rencontrant pas de corps électrisé.

» Il me paraît nécessaire de comparer ces deux lois, obtenues dans des conditions et par des méthodes distinctes, et de montrer qu'elles ne diffèrent que par la forme expérimentale et immédiate, mais qu'elles sont au fond identiques.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 1882, 5e série, t. XXV, p. 512.

(2) *Comptes rendus*, 23 novembre 1896.

» Nous avons donné de notre loi l'énoncé suivant, qui représente le résultat immédiat de l'expérience :

» *La vitesse de dissipation de l'électricité par les rayons* X, *pour un même corps électrisé dans les mêmes conditions, varie proportionnellement à la racine carrée de la densité du gaz où il est plongé, qu'il s'agisse soit d'un même gaz à différentes pressions, soit de différents gaz à la même pression.*

» Cette loi a été vérifiée par nous pour l'air, pour l'acide carbonique, l'hydrogène, etc., avec une précision qui s'est élevée jusqu'à l'ordre de $\frac{1}{151}$.

» Dans la même Note, nous indiquions l'interprétation suivante, que comportait cette loi et que j'ai eu l'occasion de développer plus complètement depuis, dans différentes circonstances ([1]).

» La forme immédiate de notre loi et les conditions expérimentales dans lesquelles elle a été obtenue évoquent l'idée d'un phénomène de convection. Tout se passe, ai-je dit, comme si le corps électrisé, absorbant l'énergie des rayons X suivant un pouvoir spécifique lié à son opacité pour ses rayons [pouvoir absorbant établi par nous dans une Note antérieure ([2])], expulsait le gaz condensé à sa surface ou même occlus, avec une vitesse régie par la loi de Graham, c'est-à-dire avec une *vitesse en poids* directement *proportionnelle à la racine carrée de la densité du gaz*.

» Soient

μ la masse spécifique du gaz;
E la quantité d'électricité dissipée;
M la masse gazeuse expulsée dans un même temps.

On a alors à la fois

$$E = k\sqrt{\mu}, \quad \text{résultat direct de l'expérience,}$$

$$M = k'\sqrt{\mu}, \quad \text{par application de la loi de Graham;}$$

d'où

$$\frac{E}{M} = \frac{k}{k'},$$

c'est-à-dire que tout se passe comme si la *quantité d'électricité dissipée* était *directement proportionnelle à la masse gazeuse* expulsée, ou bien encore,

---

([1]) Voir la séance de la Société française de Physique, 17 juillet 1896 (Compte rendu et la Note détaillée insérés au *Bulletin* de la Société).

([2]) *Comptes rendus*, 30 mars 1896.

comme si *la quantité d'électricité par unité de masse était constante ;* et cela non seulement pour un même gaz, quelle que soit sa pression, mais encore pour les différents gaz, quelle que soit leur nature chimique.

» Or telle est précisément, en ce qui concerne le cas d'un même gaz à différentes pressions et en agissant seulement sur l'air, la loi obtenue par M. J. Perrin. Il y a donc tout lieu de croire que s'il applique sa méthode au cas de différents gaz, il retrouvera aussi la deuxième partie de notre loi.

» Mais nous nous trouvons ainsi en présence d'une nouvelle propriété générale des gaz, propriété d'ordre purement physique et de nature à jeter quelque lumière sur le phénomène de la dissipation de l'électricité dans les diélectriques gazeux sous l'action des rayons X. En effet, les quantités d'électricité, transportées dans un champ électrique sous l'action de ces rayons et par l'intermédiaire des molécules gazeuses, sont proportionnelles à la masse de chacune de ces molécules et à leur nombre. C'est donc un phénomène tout différent de celui qui se produit dans l'électrolyse, où les atomes de même valence transportent des quantités égales d'électricité, quelle que soit leur nature chimique, c'est-à-dire quelle que soit leur masse. Il ne paraît donc pas qu'il y ait lieu de chercher l'explication du phénomène qui nous occupe dans l'hypothèse d'une *dissociation* plus ou moins analogue à l'électrolyse, mais bien dans celle d'une convection moléculaire, d'ordre purement physique. Il suffit d'admettre que les liens inconnus qui unissent les molécules gazeuses à ce qui constitue l'électricité sont notablement relâchés par l'action des rayons X, de telle sorte que, placées dans un champ électrique, ces molécules peuvent se transmettre des charges électriques le long des lignes de force, à peu près à la manière des balles de sureau dans l'expérience de la décharge par contacts alternatifs.

» Un accroissement de pression favorise ce transport en augmentant le nombre des molécules par unité de volume, c'est-à-dire en diminuant leur distance moyenne de libre parcours. Mais la masse moléculaire intervient dans le même sens, puisque la charge électrique convoyée est proportionnelle à cette masse. Cette dernière propriété semble appeler un rapprochement avec l'attraction newtonienne, qui, elle aussi, est uniquement proportionnelle à la masse, quelle que soit la nature chimiqne.

» L'hypothèse de la convection, que je viens de rappeler et que nous avions proposée dès le début, me paraît avoir une autre conséquence importante.

» Dans la théorie cinétique des gaz, il revient exactement au même, au point de vue d'un effet dynamique, tel que la pression, d'augmenter dans un certain rapport la masse gazeuse contenue dans un même volume à une même température, ou bien d'élever dans le même rapport la température absolue de ce volume, c'est-à-dire la force vive moyenne des molécules.

» Il doit en être vraisemblablement de même au point de vue de la convection électrique dont je viens de parler. En élevant la température absolue, on augmentera les quantités d'électricité transmises, comme si l'on avait augmenté dans le même rapport le nombre des molécules, ou la masse moléculaire. La loi des masses appelle donc comme complément la loi suivante :

» *Les quantités d'électricité libérées sous l'action des rayons* X *doivent être proportionnelles à la température absolue pour un même diélectrique gazeux.*

» Or cette loi existe; car elle a précisément été obtenue par M. J. Perrin dans le travail déjà cité. Les dernières recherches de M. Perrin paraissent donc bien, par une voie distincte de celle que nous avions suivie, M. Hurmuzescu et moi, venir appuyer l'hypothèse de la convection moléculaire à laquelle nous avaient conduits l'emploi de notre méthode et la loi générale des densités gazeuses que celle-ci nous avait permis d'établir. Je crois d'ailleurs que l'on pourrait trouver dans les lois relatives à certains phénomènes purement électriques d'autres arguments en faveur de cette hypothèse ([1]). »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveaux faits de radioscopie de lésions intrathoraciques.* Note de M. J. **Bergonié**, présentée par M. Bouchard.

« J'ai été assez heureux pour répéter avec le plus entier succès les curieuses expériences de M. le professeur Bouchard sur les applications des rayons de Röntgen au diagnostic de la tuberculose pulmonaire et des lésions intrathoraciques.

» Les malades que j'ai pu examiner provenaient du service de M. le professeur Arnozan à l'hôpital Saint-André de Bordeaux. Ils avaient été préalablement très soigneusement percutés et auscultés soit par lui-même, par M. le Dr Cassaët, professeur agrégé à la Faculté et par moi-même. A la

---

([1]) Travail fait au laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne, le 5 décembre 1896.

suite de cet examen on avait d'abord tracé sur leur thorax les diverses zones de matité révélées par les moyens cliniques ordinaires, au moyen d'un crayon dermographique. Ils étaient ensuite soumis à l'examen radioscopique et l'on traçait encore dans l'obscurité une seconde courbe analogue limitant les zones claires des zones sombres. Il ne pouvait y avoir de cette façon aucune erreur ni aucune tentative inconsciente de parfaire une coïncidence approximative. Des fils de plomb ont été également maintenus sur le thorax au moyen de collodion pour limiter par une ligne bien visible au radioscope les zones claires des zones sombres.

» Les résultats ont été toujours parfaits comme coïncidence : à une zone de matité a toujours correspondu une zone d'opacité plus ou moins complète. La coïncidence était parfois étonnante de précision.

» Chez un tuberculeux dont les deux poumons étaient envahis, l'image sur l'écran radioscopique présentait des taches irrégulières sur un fond d'ailleurs bien moins lumineux que d'ordinaire. L'auscultation avait révélé chez lui une quantité de cavernules irrégulièrement distribuées.

» Sur deux malades atteints de pleurésie unilatérale, une différence énorme a été constatée entre la transparence des deux poumons. Chez le premier malade, une femme atteinte de pleurésie purulente, le sommet du poumon apparaissait très transparent, mais la ligne de démarcation peu nette, comme à la percussion. Les seins assez développés formaient une ombre intense et limitée qui, tout d'abord, avait induit en erreur. Chez le second pleurétique, chez lequel une zone de matité très nettement limitée avait été trouvée, on détermina également une zone d'opacité, tracée comme je l'ai dit plus haut. La coïncidence fut absolue. Les mouvements respiratoires du diaphragme avaient une amplitude très diminuée du côté affecté par rapport au côté sain.

» Chez une autre malade amenée par M. le Dr Péry et atteinte de kyste hydatique, les résultats ont été encore plus nets. L'écran radioscopique a révélé l'existence d'une zone opaque ayant envahi le côté gauche du thorax et laissant, aussi bien sur le bord externe que du côté de la colonne vertébrale et au sommet, une mince bande très claire dans laquelle des ponctions avaient pu être faites sans amener trace de liquide. L'opacité de l'ombre, vue en arrière, et ses bords bien nets ont prouvé que le kyste siégeait beaucoup plus près de la région postérieure du thorax que de la partie antérieure, ce que vérifiait la percussion. Ici encore la radioscopie, tout en permettant une précision beaucoup plus grande, a été absolument d'accord avec les autres moyens cliniques d'exploration. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un tube de Crookes pour dynamos à courants alternatifs.* Note de MM. **Oudin** et **Barthélemy**, présentée par M. Bouchard.

« L'utilisation directe des alternateurs et des transformateurs industriels pour la radioscopie et la radiographie présente cet inconvénient capital

que leur courant, de forme à peu près sinusoïdale, ne donne pas de polarité fixe comme la bobine de Ruhmkorff; et que, par conséquent, dans une ampoule de Crookes, chacune des deux électrodes devient alternativement cathode et anode, qu'on n'a pas de foyer défini et que les images ne présentent aucune netteté.

» Pour tourner cette difficulté, on a imaginé différentes formes d'ampoules avec lesquelles on a toujours cherché à utiliser la totalité de l'énergie formée par la source d'électricité alternative. Ceci entraînait fatalement l'asymétrie des électrodes et la formation de foyers parasites nuisibles à la netteté de la radiographie.

» Nous avons pu éviter ces inconvénients en reliant les fils conducteurs à deux électrodes concaves en aluminium placées en face l'une de l'autre aux extrémités du tube, de telle sorte que leurs foyers coïncident en un point central. A ce point est placée une lame de platine inclinée de 45° sur la ligne axiale et symétriquement par rapport à chacun des miroirs concaves. Quand l'un des miroirs agit comme cathode, il envoie la totalité de ses rayons sur cette lame qui les réfléchit sur un des hémisphères de l'ampoule; et de même pour l'autre.

» Dans ces conditions, nous n'utilisons qu'une alternance par période, mais étant donné le nombre minimum de périodes des alternateurs industriels, qui est de 40 à 100, cela suffit amplement pour assurer à la lumière la fixité parfaite indispensable à la radioscopie.

» La même ampoule nous a donné, comme cela devait être, de très bons résultats avec les courants de haute fréquence fournis par le dispositif de Tesla ou de d'Arsonval.

» La lame de platine doit avoir une surface plus grande que celle des miroirs, de façon à arrêter tous les rayons cathodiques envoyés par chacun d'eux. Sans cette précaution, les rayons qui passeraient à côté d'elle ne manqueraient pas, étant données les hautes intensités que les alternateurs permettent d'utiliser, de chauffer et de fondre le miroir d'aluminium placé en face. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de Hall dans les liquides.* Note de M. **H. Bagard**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note présentée cette année à l'Académie [1], j'annonçais

[1] H. Bagard, *Sur le phénomène de Hall dans les liquides* (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 77; 1896).

l'existence du phénomène de Hall dans les liquides. Or, à la suite d'un travail qu'il a publié récemment [1], M. Florio conclut, conformément à l'ancienne assertion de M. Roiti, à la non-existence de ce phénomène.

» M. Florio, ayant repris une de mes expériences sur une solution de sulfate de zinc, reconnut l'exactitude des faits rapportés dans ma Note. Mais il remarqua que de petits filaments métalliques s'étaient détachés de ses électrodes de zinc amalgamé et il émit cette opinion qu'avant de tomber ces filaments avaient dû s'orienter sous l'action de l'aimant suivant des directions variables avec le sens de l'aimantation. Il en arriva alors à attribuer les effets observés à de telles déformations des électrodes.

» Ayant observé aussi que des secousses légères, imprimées à son appareil, produisaient des déviations de l'électromètre, il vit dans ce fait la confirmation de son hypothèse; car, selon lui, ces secousses n'ont d'autre effet que de faciliter l'orientation des filaments. Or, de mon côté, je n'ai jamais constaté le moindre effet produit par des secousses. Cette divergence entre nos observations s'explique d'ailleurs par une différence entre nos dispositifs. Ainsi que je l'indiquais déjà dans ma Note, ma lame liquide est reliée en deux points à deux électrodes à grande surface, disposées dans deux vases *indépendants* de la cuve, par l'intermédiaire de tubulures et de siphons appropriés; c'est par ces deux électrodes que je prends la différence de potentiel entre les deux points de la lame. La disposition adoptée par M. Florio est toute différente : ses électrodes transversales se composent de « deux fils de zinc amalgamé touchant la lame liquide en deux points ». Or, il peut naître une différence de potentiel entre de telles électrodes par le seul fait de l'agitation du liquide; et, en effet, M. Florio a retrouvé les mêmes effets produits par des secousses dans des expériences où il ne pouvait plus invoquer la présence de filaments orientables.

» D'autre part, j'avais opéré non seulement sur des solutions de sulfate de zinc, mais aussi sur des solutions de sulfate de cuivre. Or, dans ce dernier cas, la surface des électrodes de cuivre employées ne présentait pas la moindre trace de filaments et restait rigide. Il est donc regrettable que M. Florio n'ait pas songé à reprendre aussi ces observations qui échappent absolument à son interprétation.

» Après avoir ainsi répété une seule de mes expériences, M. Florio cherche à s'affranchir des causes auxquelles il attribue les effets observés en employant des électrodes en amalgame liquide placées à une grande distance de l'aimant. En même temps, il fait subir à mon dispositif des modifications qui ne sont pas très heureuses. Sa lame liquide est rectangulaire et a $1^{mm},6$ d'épaisseur; mais le courant électrique y pénètre par l'un des sommets du rectangle et en sort par le sommet opposé et l'on observe la différence de potentiel entre les deux autres sommets : c'est là, évidemment, la disposition la plus défectueuse qu'on puisse imaginer. La lame communique d'ailleurs avec les électrodes d'amalgame liquide, par l'intermédiaire de deux tubes remplis de la solution étudiée; ces tubes ont 3^{cm} de diamètre, 50^{cm} de longueur et sont plusieurs fois recourbés. Enfin, le courant est fourni par 7 éléments Daniell montés en tension.

---

[1] F. Florio, *Il fenomeno di Hall nei liquidi* (*Il nuovo Cimento*, série IV, t. IV, p. 106; 1896).

» M. Florio, opérant sur trois solutions de sulfate de zinc de densités 1,200, 1,300, 1,050 et sur une solution de sulfate de cuivre de densité 1,100, n'observa plus aucune indication de l'électromètre lors de l'inversion du champ ou du courant. Il en conclut que le phénomène de Hall ne se produit pas dans ces électrolytes et qu'il ne se manifestera probablement dans aucun liquide.

» Sans insister davantage sur les défauts du dispositif expérimental de M. Florio, je ferai remarquer d'abord qu'il n'a étudié que des solutions riches en sel, alors que j'avais signalé dans ma Note un phénomène plus marqué dans les solutions étendues, et enfin que la force électromotrice qu'il a employée est manifestement insuffisante, étant données la forme et les dimensions des conducteurs liquides. Ces expériences de contrôle manquent donc de sensibilité et ne suffisent pas à justifier la négation catégorique de M. Florio.

» J'ai décrit, en détail, dans le *Journal de Physique* (¹) des expériences que j'ai faites, depuis la publication de ma première Note, et antérieurement à l'apparition de celle de M. Florio sur des lames liquides de 1^{cm} d'épaisseur. Comme dans ces nouvelles recherches, la densité du courant est toujours extrêmement faible, la surface des électrodes, même lorsqu'il s'agit de lames de zinc amalgamé, est à peine altérée après une expérience de plusieurs heures et, en aucun cas, on n'observe la moindre trace de filaments. Ces expériences ne peuvent laisser aucun doute sur l'existence véritable du phénomène de Hall dans les liquides. Mais, néanmoins, il m'a semblé qu'il ne serait pas complètement dénué d'intérêt de mettre une fois de plus le phénomène en évidence en employant, cette fois, des électrodes en amalgame liquide placées en dehors du champ magnétique, avec un dispositif plus convenable que celui de M. Florio.

» L'appareil qui m'a servi à cet effet ne diffère guère de celui que j'ai décrit dans le *Journal de Physique* que par les dimensions. La lame liquide, épaisse de 1^{cm}, a 64^{mm} de long (c'est-à-dire suivant la direction du flux électrique) et 78^{mm} de large. Les deux auges qui lui sont contiguës ont chacune 28^{cm} de long et 8^{cm} de large; elles contiennent le liquide sur une hauteur de 2^{cm}. A leurs extrémités opposées à la lame, elles se terminent, sur une longueur de 5^{cm}, par deux compartiments plus profonds de 1^{cm}, au fond desquels sont les électrodes d'amalgame liquide qui touchent ainsi la solution suivant une surface rectangulaire de 40^{cmq}. La cuve tout entière plonge dans un bain d'eau pure à la température du laboratoire. La lame est comprise entre les deux pièces polaires cylindriques d'un électro-aimant de Faraday, qui ont 7^{cm} de diamètre et sont distantes de 3^{cm}. Dans ces conditions, les électrodes se trouvent à l'abri de toute action de la part de l'aimant.

(¹) H. Bagard, *Phénomène de Hall dans les liquides* (*Journal de Physique*, 3ᵉ série, t. V; p. 499, 1896).

» J'ai employé comme liquide une solution de sulfate de zinc contenant $\frac{1}{4}$ de molécule en grammes (40^{gr}) de sel anhydre pour 100^{gr} d'eau, avec des électrodes d'amalgame de zinc liquide. Le courant électrique était fourni par des éléments Daniell de petite surface montés en tension, au nombre de 25 d'abord, puis de 10. La densité du courant à travers la surface des électrodes d'amalgame était extrêmement faible et j'ai observé que cette surface restait parfaitement nette et brillante.

» La marche de l'expérience et le procédé de mesure sont décrits dans le Mémoire cité plus haut. Je me contenterai donc de transcrire dans le Tableau suivant, avec les notations que j'ai déjà employées, les résultats numériques fournis par cette expérience :

				Angle α.		Effet Hall D.	
Température.	Intensité du champ magnétique.	Intensité du courant.	Variation de $V_a - V_b$ lors de l'inversion du champ.	Valeur numérique.	En minutes et secondes.	Valeur numérique.	En minutes et secondes.
°	u. C.G.S.	amp	daniell		′		′ ″
17°	380	0,0363	0,0016	0,0058	20′	0,0007	2′.25″
»	»	0,0214	0,0006	»	»	0,0005	1.45

» Les valeurs de l'effet Hall ainsi déterminées sont du même ordre de grandeur que celles que j'avais déjà obtenues avec le même liquide.

» Cette nouvelle épreuve confirme donc pleinement mes précédentes conclusions. »

CHIMIE. — *Action du lithium sur le carbone et quelques composés carbonés.* Note de M. **Güntz**.

« J'ai montré récemment qu'on ne pouvait, dans un courant d'azote, chauffer au rouge du lithium placé dans une nacelle en charbon sans attaquer la nacelle et altérer la pureté de l'azoture produit; j'ai reconnu qu'il se forme, dans ces conditions, une petite quantité de carbure de lithium et une forte proportion de cyanure de lithium, ce dernier provenant partiellement de l'action de l'azoture de lithium sur le carbone.

» Quant au carbure, il provient de l'action directe du carbone sur le lithium.

» Pour le vérifier, j'ai chauffé dans le vide, au rouge, du lithium placé dans une nacelle en charbon électrographique, c'est-à-dire transformé partiellement en graphite par une cuisson dans l'arc électrique et recouvert de la poudre de ce même charbon. Dans ces conditions, le lithium se recouvre d'une couche de carbure de lithium C^2Li^2 que l'on reconnaît à ce que, traité par l'eau, il dégage de l'acétylène. J'ai répété d'ailleurs la même expérience en chauffant, dans une nacelle en fer, du lithium avec du graphite de

fonte, qui est une variété de carbone peu altérable et bien définie d'après M. Berthelot. Dans ces conditions, on obtient encore du carbure de lithium.

» On obtient le même résultat en chauffant avec du carbone une substance pouvant donner du lithium par dissociation, comme l'hydrure ou l'azoture de lithium : avec cette dernière substance, l'azote même entre en réaction et l'on a formation de grandes quantités de cyanure de lithium.

» L'affinité du lithium pour le carbone est d'ailleurs assez grande pour donner naissance à du carbure de lithium, en quantité plus ou moins grande, chaque fois qu'on chauffe le métal avec un composé contenant du carbone. Pour le montrer, j'ai étudié l'action du lithium sur quelques composés oxygénés.

» 1° *Action de l'oxyde de carbone.* — On chauffe au rouge du lithium placé dans une nacelle en fer, dans un courant d'oxyde de carbone pur. Le gaz est absorbé et le produit obtenu, traité par l'eau, dégage de l'acétylène; il contient, par conséquent, du carbure de lithium, la quantité de carbure formée variant d'ailleurs avec le mode de combustion.

» 2° *Action de l'acide carbonique.* — En chauffant du lithium dans un courant d'acide carbonique pur, on constate que ce gaz est absorbé facilement, avec un grand dégagement de chaleur. Si le courant de CO^2 est assez lent pour que la température du lithium ne s'élève pas au-dessus du rouge sombre, on constate, en traitant le produit par l'eau, la production d'une forte proportion d'acétylène, caractéristique de la formation de C^2Li^2. Si, au contraire, la température du lithium arrive au rouge blanc, on n'obtient plus qu'une faible quantité de carbure de lithium.

» Ces deux réactions peuvent s'expliquer en remarquant qu'il se forme du charbon dans la combustion et que ce carbone peut réagir sur le lithium pour donner du carbure.

» L'action sur les carbures d'hydrogène est plus intéressante.

» 1° *Action de l'éthylène.* — Si l'on chauffe doucement du lithium dans de l'éthylène pur, préparé par l'action de l'alcool sur l'acide borique anhydre, on observe que le métal se recouvre d'abord d'une croûte blanchâtre ; si l'on chauffe davantage, vers 700°, cet enduit fond et le lithium devient incandescent, par suite de la chaleur dégagée dans l'absorption intégrale de l'éthylène, en même temps que le vide se fait dans l'appareil. On obtient un produit fondu, d'un blanc grisâtre, sans dépôt de charbon.

» L'absorption de l'éthylène étant complète, ce composé doit correspondre à la formule brute $C^2H^4Li^n$; l'analyse donne pour n la valeur 6.

» La formation d'un composé de formule $C^2H^4Li^6$ étant peu vraisemblable, il est probable que le produit obtenu est un mélange du carbure C^2Li^2 de M. Moissan et d'hydrure de lithium ; la réaction pouvant alors s'écrire :

$$C^2H^4 + 6Li = C^2Li^2 + 4LiH.$$

» Dans ces conditions, l'action de l'eau s'écrirait ainsi :

$$C^2Li^2 + 4LiH + 6H^2O = C^2H^2 + 4H^2 + 6LiOH$$

et l'expérience confirme cette réaction.

» La théorie pour un pareil mélange exige, en effet, 60 pour 100 de lithium et j'ai trouvé dans diverses préparations, comme teneur en lithium,

$$\text{Li pour } 100 = 58,98, \quad 59,39, \quad 59,86.$$

» L'analyse du mélange gazeux résultant de l'action de l'eau sur cette substance montre qu'il est composé d'acétylène et d'hydrogène; l'hydrogène trouvé dans une expérience correspondait à 5,64 pour 100; la théorie exige 5,71.

» Quant à l'acétylène, l'analyse donne toujours une légère perte de ce gaz, provenant en majeure partie de sa solubilité dans l'eau qui a servi à décomposer le mélange de carbure et d'hydrure de lithium.

» *Action de l'acétylène.* — On sait, par les expériences de M. Berthelot, que ce gaz est absorbé par le potassium et le sodium en formant des acétylures. Sa réaction sur le lithium est analogue. Elle varie avec les conditions de la réaction. Lorsqu'on chauffe lentement, dans une nacelle en fer, du lithium dans du gaz acétylène, on constate la formation d'un abondant dépôt de carbone : il y a formation d'acétylure, autrement dit carbure de lithium, comme l'a montré M. Moissan, mais en outre il y a formation d'hydrure de lithium.

» Si, au contraire, on chauffe le lithium dans le vide et qu'on laisse rentrer brusquement l'acétylène, l'absorption complète a lieu avec dégagement de chaleur et formation d'hydrure et de carbure de lithium

$$C^2H^2 + Li^4 = C^2Li^2 + 2LiH.$$

Le dépôt de carbone dans ce cas est très faible.

» *Action du méthane.* — L'action du lithium sur le *méthane pur* est excessivement faible au rouge sombre; on constate, la plupart du temps, une légère action, avec formation d'hydrure de lithium et traces de carbure de lithium.

» Cela tient à ce qu'il est très difficile de préparer du méthane pur, exempt d'hydrogène et d'autres carbures, et ce sont ces impuretés qui sont absorbées par le lithium.

» Cette action du lithium sur les carbures d'hydrogène et le carbone permet de concevoir pourquoi, dans l'expérience de Hannay sur la synthèse du diamant, le lithium produit une action que n'ont pas le potassium et le sodium [1]. »

---

[1] Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorure cyanurique* C^3Cl^3.
Note de M. **Paul Lemoult.**

« Le chlorure solide de cyanogène $C^3Az^3Cl^3$ est le résultat de la polymérisation spontanée du chlorure cyanique C Az Cl; j'avais particulièrement en vue, en préparant ce corps, l'étude du phénomène thermique qui accompagne cette condensation moléculaire.

» On obtient le chlorure solide en faisant arriver un courant de chlore dans une solution chloroformique d'acide cyanhydrique anhydre; il est indispensable de refroidir fortement, et l'on arrête l'opération quand il commence à se déposer des cristaux; la liqueur contient alors du chlorure cyanique, comme le prouve l'addition de quelques gouttes d'eau, ce qui provoque une réaction extrêmement vive : dégagement de CO^2 et précipitation de chlorure ammonique.

» Par élimination du chloroforme, on obtient une masse cireuse, ne réagissant plus sur l'eau, ne contenant plus du tout de chlorure cyanique : il s'est entièrement polymérisé. Le chlorure cyanurique ainsi obtenu est loin d'être pur; il faut sublimer la masse obtenue, parfois même à plusieurs reprises, pour avoir un produit satisfaisant. Le dosage du Cl par la chaux m'ayant toujours donné des résultats défectueux, j'ai constaté qu'une partie du chlorure échappait à la réaction; pour éviter cet inconvénient, j'ai employé la méthode de Carius; le produit traité contenait 57,47 pour 100 de Cl (théorie : 57,72), tandis que le procédé à la chaux n'accusait que 56,78 et 56,83 pour 100. Avec cet échantillon, j'ai essayé de déterminer la chaleur de combustion au moyen de la bombe calorimétrique. Sept expériences, faites avec des poids de substance variant entre $0^{gr},98$ et $0^{gr},59$ et en présence de camphre, m'ont donné comme moyenne le nombre $1601^{Cal},4$ par gramme, mais elles ne concordent pas entre elles à plus du vingtième; aussi ne peut-on pas adopter cette moyenne.

» Comme je ne pouvais attribuer ces écarts à la bombe, qui a été éprouvée sur des corps notablement plus riches en Cl que celui dont il s'agit, j'ai dû purifier encore le chlorure cyanurique et surtout veiller à sa conservation. Une nouvelle sublimation, conduite très lentement, m'a donné ce corps sous forme de magnifiques lamelles de 3^{cm} à 4^{cm} de longueur et barbelées comme des plumes; voici les résultats des analyses que j'ai faites :

	Calculé.	Observé.
C	19,51	19,56
Cl	57,72	57,69
H	0,00	0,2

» La vapeur d'eau réagit sur la vapeur de Cy^3Cl^3 en donnant de l'HCl qui se condense en nuage quand on débouche les flacons où l'on conserve le chlorure; aussi ne suffit-il pas de garder ce produit en flacons fermés, il faut encore les placer dans une atmosphère desséchée. J'ai employé cet échantillon à de nouvelles déterminations ca-

lorimétriques; voici les résultats, rapportés à 1^{gr}, des trois déterminations que j'ai faites :

$$1580^{Cal},49, \qquad 1605^{Cal},46, \qquad 1589^{Cal},9.$$

Moyenne : 1591,9. Soit $293^{Cal},7$ par molécule.

» De ces résultats, on déduit :

	Chaleur de combustion.	Chaleur de formation à partir des éléments.
A volume constant...........	$293^{Cal},7$	$107^{Cal},1$
A pression constante..........	$292^{Cal},9$	$107^{Cal},9$

» Si l'on se reporte aux déterminations effectuées par M. Berthelot :

$$C + Az + Cl = CAzCl \text{ liq} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -27^{Cal},05$$

on constate que la polymérisation de 3 molécules de chlorure cyanique en 1 molécule de chlorure cyanurique à l'état solide dégage $+189^{Cal},05$; c'est le nombre que je voulais déterminer. Malgré ce dégagement de chaleur considérable, le phénomène correspondant ne se produit qu'avec une extrême lenteur; j'ai conservé depuis un an, en tube scellé, du chlorure cyanique bien débarrassé de chlore ; c'est à peine si l'on y observe quelques cristaux de chlorure cyanurique.

» Des nombres précédents résultent quelques conséquences importantes :

» 1° D'abord ils permettent d'expliquer le grand dégagement de chaleur qui accompagne la préparation du chlorure cyanurique; on a, en effet :

$$3HCy \text{ liq.} + 6Cl \text{ gaz.} = Cy^3Cl^3 \text{ sol.} + 3HCl \text{ gaz.} + 244^{Cal},4,$$

d'où la nécessité de refroidir fortement;

» 2° Un autre mode de préparation du chlorure cyanurique, la réaction générale de PCl^5 sur l'acide correspondant, donne également lieu à une réaction exothermique; en effet :

$$3PCl^5 \text{ sol.} + 2Cy^3(OH)^3 \text{ sol.}$$
$$= 3POCl^3 \text{ liq.} + 3H^2O \text{ gaz.} + 2Cy^3Cl^3 \text{ sol.} + 76^{Cal},8 ;$$

» 3° On peut également remarquer que la substitution de trois groupes oxhydriles à 3 atomes de chlore, pour passer du chlorure à l'acide correspondant, dégage $57^{Cal},16$, soit, en moyenne, pour chaque substitution, 19^{Cal}; ce nombre est notablement inférieur à celui qu'on trouve pour un autre acide tribasique, l'acide phosphorique $PO(OH)^3$ et le chlorure correspondant $POCl^3$; il est ici $54^{Cal},4$.

» 4° On sait que le chlorure cyanique est décomposé par l'eau à température ordinaire. Le chlorure cyanurique se comporte autrement; sa sta-

bilité vis-à-vis de l'eau est considérable; j'ai pu, en dissolvant ce corps dans l'eau bouillante, le reproduire cristallisé, quoique partiellement altéré; quant à la solution mère, elle continue pendant longtemps à contenir du chlorure non décomposé; j'ai pu en constater la présence jusqu'au quinzième jour après la dissolution. A la température ordinaire, le chlorure cyanurique est donc soluble dans l'eau et ne subit à son contact qu'une action extrêmement lente. A chaud, la réaction est plus rapide; dans les premiers moments, le chlorure se dissout, puis, à la longue, sa transformation en acide cyanurique et HCl est intégrale; elle a été utilisée dans le dosage du chlorure. Quant aux vapeurs des deux corps, elles réagissent assez rapidement; c'est la cause principale de l'altération du chlorure cyanurique. »

CHIMIE. — *Action de l'acide carbonique des eaux sur le fer.* Note de M. P. PETIT.

« On remarque, dans les canalisations d'un certain nombre de villes, la formation de dépôts ferrugineux, qui finissent par obstruer les conduits métalliques; l'eau de la Moselle provoque ces accidents. D'autre part, quelques usines voient leurs tuyaux ou réservoirs en fer rapidement percés par leurs eaux. Ces actions ne se manifestent que pour les eaux peu calcaires; on sait en effet que la présence d'une dose un peu forte de calcaire a pour résultat la production d'une couche de carbonate de chaux dans les tuyaux.

» J'ai constaté qu'en ajoutant à une solution de bicarbonate de chaux, neutre à la phénolphtaléine, du fer en limaille ou porphyrisé, une certaine quantité de calcaire se précipitait immédiatement, en même temps que du fer entrait en solution; cette action se continue en prolongeant le contact, et, dans un liquide contenant 638^{mgr} de chaux à l'état de bicarbonate, j'ai pu précipiter par le fer 332^{mgr} de chaux à l'état de carbonate.

» D'autre part, en introduisant, dans de l'eau saturée d'acide carbonique, du fer porphyrisé, j'ai pu dissoudre jusqu'à 500^{mgr} de fer par litre, avec dégagement d'hydrogène en quantité équivalente au fer dissous. Le fer se trouve à l'état de carbonate de protoxyde, car, au contact de l'air, la solution se trouble et dépose du sesquioxyde de fer.

» Pour vérifier que l'action de l'acide carbonique était, dans les eaux, la cause d'attaque du fer la plus importante, j'ai opéré sur de l'eau de Moselle, en vases complète-

ment remplis, contenant du fer porphyrisé et munis d'un tube de dégagement allant sur le mercure. A est de l'eau de Moselle telle quelle; B eau de Moselle dans laquelle on a fait passer, pendant quelques minutes, un courant d'acide carbonique pur; enfin C, l'eau de Moselle, additionnée d'eau de chaux jusqu'à faible coloration à la phénolphtaléine, c'est-à-dire débarrassée d'acide carbonique dissous. Au bout du même temps, on dose le fer dissous :

A........................	$3^{mgr},15$ par litre
B........................	$200^{mgr},6$ »
C........................	trace indosable

le liquide B, parfaitement limpide, dépose du sesquioxyde au contact de l'air.

» La même expérience, répétée sur 4 échantillons d'eau de diverses provenances et attaquant le fer, ayant donné les mêmes résultats, on peut en conclure que l'acide carbonique des eaux peu calcaires dissout le fer des conduits, à l'état de carbonate de protoxyde; celui-ci est décomposé par l'oxygène dissous, en sesquioxyde qui s'attache aux saillies et forme des dépôts, et en acide carbonique, qui continue l'attaque. Celle-ci peut donc être très énergique, avec une quantité d'acide carbonique dissous très faible.

» L'acide carbonique n'est pas la seule cause de destruction du fer. M. Rosenblum a déjà signalé l'action des sulfates alcalins, réduits par le fer à l'état de sulfures qui sont changés par l'acide carbonique en carbonates alcalins, avec formation de sulfure de fer qui existe en effet dans les dépôts.

» Pour étudier l'action des autres sels, j'ai opéré sur diverses solutions salines, dans des ballons complètement pleins, avec tube de dégagement sur le mercure.

» Ces ballons reçoivent un poids connu de fer porphyrisé; une première série comprend les solutions salines telles quelles; une seconde, les solutions additionnées d'une même quantité d'acide carbonique dissous. Les solutions salines contenaient respectivement par litre :

$0^{gr},105$..................	$CaCl^2$
0,110..................	NaCl
0,091..................	K^2SO^4
0,092..................	$(AzO^3)^2Ca$

» Tous les ballons étant installés côte à côte, dans un local à une température de 12° environ, pendant onze jours, on dose le fer dissous, au permanganate, et le fer non attaqué, en dissolvant le résidu par du sulfate de cuivre à l'abri de l'air, et en déterminant le fer à l'aide du permanganate titré.

» Dans les ballons ne contenant pas d'acide carbonique, il n'y a que des traces indosables de fer dissous. Après peroxydation, on a une teinte à peine perceptible au

sulfocyanate. On a représenté les résultats en les rapportant à 100 de fer introduit :

	Sans CO^2, fer oxydé.	Avec CO^2, fer dissous.	Avec CO^2, fer oxydé.
Eau distillée...	3,3 pour 100	9,7 pour 100	3,2
Na Cl..........	7,7 »	9,7 »	7,8
K^2SO^4.........	7,5 »	14,8 »	7,7
$(AzO^3)^2Ca$.....	4,2 »	3,7 »	4,4
$CaCl^2$.........	6,2 »	6,3 »	6,4

» La solution de K^2SO^4 est devenue alcaline et le résidu contient du sulfure de fer, pour le ballon contenant CO^2; avec le nitrate de chaux, on a constaté $0^{gr},0037$ d'ammoniaque, sans CO^2, et $0^{gr},0113$, avec CO^2.

» Chaque sel a donc une action particulière, restant la même avec addition de CO^2. La plus énergique est celle de NaCl, puis viennent K^2SO^4, $CaCl^2$ et $(AzO^3)^2Ca$.

» Pour avoir la valeur vraie de ces actions, il faudrait en déduire celle qui est fournie par l'eau distillée et qui est due simplement à l'oxygène dissous. On constate alors que l'action de l'acide carbonique est prédominante et qu'elle produit seule une dissolution de fer, très importante pour l'eau distillée, le NaCl et le $CaCl^2$, mais surtout redoutable en présence de sulfate alcalin.

» Si l'on répète l'expérience en fermant les vases d'une façon moins complète, de sorte qu'un petit accès soit laissé à l'air, celui-ci se diffuse par la partie supérieure et le col des ballons se recouvre d'une couche de sesquioxyde. La dose de fer dissous reste sensiblement la même, mais la proportion de fer oxydé s'accroît énormément avec le temps de contact. Avec une solution de chlorure de calcium, j'ai pu obtenir l'oxydation de 36,9 pour 100 du fer introduit.

» Cette action du fer sur le bicarbonate de chaux et sur l'acide carbonique dissous permet d'expliquer l'attaque des tuyaux et réservoirs en fer, par certaines eaux. Elle fournit aussi le mécanisme de l'épuration des eaux par le fer et de l'épuration des sirops de sucrerie par la limaille de fer (¹). »

(¹) Travail fait au Laboratoire de Chimie agricole de l'Université de Nancy.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action exercée sur les solutions de sels haloïdes alcalins par les acides qu'elles renferment.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Troost.

« La variation de la solubilité d'un sel dans l'eau, quand on ajoute à la dissolution des quantités croissantes d'un même acide, a été déjà examinée par plusieurs chimistes; j'ai moi-même étudié l'action de l'acide chlorhydrique sur plusieurs chlorures (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 986; t. XCII, p. 242), celle de l'acide azotique sur les azotates (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 576, 641) et j'ai été conduit à reconnaître l'existence d'un certain nombre de composés formés par l'acide considéré avec le sel en question.

» Dans des Mémoires plus récents (*Ann. de Chim. et de Phys.*, [6], t. XIII, p. 132, 344; t. XVII, p. 338), M. Engel a procédé à l'examen de questions analogues, recherchant principalement les relations qui peuvent exister entre les nombres de molécules d'acide et de sel que contiennent des dissolutions en équilibre. J'ai été amené à continuer mes recherches dans le but particulier d'examiner comment la solubilité varie au voisinage des points où la courbe représentative du phénomène change de direction, espérant en tirer quelques arguments capables de justifier ou d'infirmer l'hypothèse d'après laquelle le corps dissous est soit à l'état anhydre, soit à celui d'hydrate, soit en combinaison avec l'acide mis en présence. Je me suis limité aux cas les plus simples, en étudiant seulement la manière dont se comportent les sels haloïdes de potassium et de sodium quand on les met en contact avec l'acide qui a servi à les former.

» On sait que le *fluorure de potassium* peut se combiner à l'acide fluorhydrique pour former un sel acide

$$\text{KF sol.} + \text{HF gaz} = \text{KF, HF sol.}\ldots + 21^{\text{cal}},1.$$

» Mais, en présence de l'eau, le dégagement de chaleur se réduit à $+0^{\text{cal}},3$, de sorte que, dans la dissolution, le sel acide est partiellement décomposé, et la dissociation dépend de la quantité d'acide libre que la liqueur renferme; les nombres ci-dessous indiquent, en grammes, les poids de fluorure neutre et d'acide qui se trouvent dans une quantité de dissolution contenant 1000^{gr} d'eau, et en équilibre à 21° :

Acide fluorhydrique.	Fluorure de potassium.
0,0	963,0
12,1	720,4
16,1	610,0
37,3	404,1
40,3	324,6
60,5	303,5
92,5	298,6
113,6	295,7
124,7	312,8
125,0	304,8
139,5	313,8
159,8	333.7
162,9	343,3
176,9	356,2
206,8	383,7
286,0	469,0
419,8	617,6
437,1	638,3
537,1	747,9
742,0	1050,0
1192,0	1695,0

» On le voit, la solubilité du fluorure diminue d'abord très rapidement quand on ajoute à la liqueur de faibles proportions d'acide, si bien que le poids de ce fluorure descend de 963 à 325 environ quand celui de l'acide varie de 0 à 40; à partir de ce moment la diminution de solubilité devient faible, la courbe qui la représente montre une portion presque horizontale, la quantité de substance dissoute passe par une valeur minimum, et, si l'on continue à faire croître le poids d'acide ajouté, la courbe se relève vivement, donnant une seconde branche qui correspond à la présence dans la liqueur de quantités de plus en plus grandes de fluorhydrate de fluorure.

» Le *fluorure de sodium* donne lieu également à la formation d'un fluorure acide dissocié par l'eau; les deux sels, neutre et acide, de sodium présentent avec les composés correspondants du potassium une différence de solubilité énorme, mais la courbe qui représente graphiquement le

phénomène affecte dans les deux cas une allure analogue. On trouve avec le fluorure de sodium, à la même température de 21° :

Acide fluorhydrique.	Fluorure de sodium.
0,0	41,7
10,0	41,4
45,8	22,5
56,5	22,7
83,8	22,9
129,7	23,8
596,4	48,8
777,4	81,7

» La solubilité diminue d'abord, puis elle passe par un minimum à partir duquel la courbe se relève quand la liqueur contient du fluorhydrate de fluorure dissous.

» Je donnerai, dans un Mémoire plus étendu, les nombres qui correspondent à l'action des bromures alcalins sur l'acide bromhydrique, et à celle des iodures sur les solutions d'acide iodhydrique ; M. Engel a examiné, d'autre part (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XIII et XVII), l'acide chlorhydrique et les chlorures alcalins. Ces nombres concordent avec les déterminations calorimétriques relatives aux chlorures et aux bromures (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 437) faites par M. Berthelot, et qui l'ont conduit à conclure à l'existence de composés en voie de dissociation formés par le sel sec et l'acide anhydre.

» On peut conclure de l'ensemble de ces résultats que, en ajoutant l'acide à une solution du sel neutre, on détermine tout d'abord une diminution de la solubilité, mais elle ne croît pas sans cesse avec la quantité d'acide ajouté. A partir d'une certaine dose de ce dernier, la courbe se dirige lentement vers un minimum après lequel elle se relève en même temps que la proportion d'acide augmente. Cette variation, très remarquable avec les fluorures dont le sel acide est relativement stable, est bien moindre pour les autres sels ; mais, dans leur ensemble, les courbes présentent la même allure générale, le minimum et le relèvement étant d'autant moins prononcés que le composé acide est plus difficile à former. La production de ces sels acides, plus ou moins dissociés, semble d'ailleurs masquer dans les courbes les variations qui pourraient accompagner l'hy-

dratation ou la déshydratation de ceux de nos sels qui, à la température de l'expérience, sont susceptibles de se combiner avec l'eau. »

CHIMIE. — *Sur l'action du phosphore sur le platine.* Note de M. A. **Granger**, présentée par M. Troost.

« On sait depuis longtemps que les creusets de platine dans lesquels on chauffe des substances capables de dégager du phosphore sont facilement percés, par suite de la formation d'un phosphure de platine fusible. Malgré la facilité avec laquelle ce métal s'unit au phosphore, on ne peut obtenir aisément des combinaisons bien définies et nettement cristallisées, quand on fait agir directement les deux éléments. Jusqu'à ces dernières années, on ne connaissait que le biphosphure de platine, obtenu par Schrötter en chauffant du platine divisé dans un courant de vapeur de phosphore.

» Ce n'est qu'en 1884 que deux chimistes américains, MM. Clarke et Joslin, signalèrent l'existence de plusieurs autres phosphures. D'après ces savants (¹), le phosphore projeté sur du platine chauffé au rouge blanc se combine au métal et donne un composé défini Pt^3P^5, si l'on a la précaution de continuer à chauffer tant qu'il se dégage des vapeurs de phosphore. Le phosphure Pt^3P^5, traité par l'eau régale, se dissout partiellement et laisse un résidu insoluble de protophosphure PtP; la partie soluble dissoute renferme un corps qui n'est autre que du biphosphure de platine PtP^2.

» Il est évident qu'en chauffant le platine phosphoré à l'air, pour chasser le phosphore en excès, on se place dans des conditions très favorables à la décomposition du corps que l'on vient de former. J'ai pensé alors qu'il serait intéressant de chercher à nouveau à produire du phosphure de platine, mais en opérant cette fois d'une manière différente, c'est-à-dire en chauffant le métal à une température, aussi faible que possible, dans une atmosphère de vapeur de phosphore. Pour cela, deux nacelles de porcelaine, contenant l'une le métal, l'autre du phosphore rouge, sont placées dans un tube de verre dur, traversé par un courant de gaz carbonique; on élève alors la température progressivement jusqu'au moment où se produit la réaction, puis l'on maintient la température autant qu'on le peut et l'on arrête l'action du phosphore avant que ce dernier corps n'ait complètement distillé. Le phosphure ainsi obtenu a l'éclat métallique,

(¹) *Bull. Soc. chim.*, t. XLI, p. 636.

mais il a perdu la ténacité et la belle couleur du platine; il est gris noir et friable. Quoique l'expérience ait été recommencée plusieurs fois, il ne m'a pas été possible d'obtenir des cristaux nets.

» Avec le platine en fil ou en lame l'attaque ne commence qu'au rouge, on obtient alors un corps qui répond sensiblement au phosphure précédemment décrit. Je n'ai pas constaté toutefois que l'eau régale en sépare nettement deux corps définis; en insistant sur l'action de ce réactif j'ai pu dissoudre, avec difficulté il est vrai, la totalité du produit (1).

» En opérant à des températures plus élevées, on obtient des corps moins riches en phosphore et qui se rapprochent à mesure que la température s'élève du sous-phosphure Pt^2P; au rouge blanc, la masse ne retient plus que 4 pour 100 de phosphore.

» Si l'on remplace le platine par de la mousse de platine, on voit que la réaction s'effectue bien au-dessous du rouge; c'est alors du biphosphure qui se forme (2). Contrairement aux assertions de Schrötter, je n'ai pu dissoudre totalement ce corps dans l'eau régale; la partie dissoute s'est trouvée précisément correspondre à Pt^3P^5 (3). »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action du gaz chlorhydrique sur les sulfates alcalins.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. P. Schützenberger.

« La décomposition du sel marin par l'acide sulfurique comprend deux phases bien connues : la formation du bisulfate et la transformation de celui-ci en sulfate neutre. J'ai pensé que si la décomposition inverse était possible, elle présenterait également plusieurs phases, et j'ai supposé qu'entre certaines limites de température, chacune de ces phases serait assimilable à la dissociation du carbonate de chaux, ou mieux à la trans-

---

(1) L'analyse donne :

Pt 78,84	P 21,02
Calculé pour Pt^3P^5 Pt 79	P 21

(2) L'analyse donne :

Pt 77,51	P 22,15
Calculé pour PtP^2 Pt 76,15	P 23,85

(3) Travail fait au Laboratoire de recherches de la Sorbonne.

formation du cyanogène ou paracyanogène décrite par MM. Troost et Hautefeuille. Voici les phases qui m'ont paru probables :

» 1° Comme dans le sulfate SO^4Na^2 les deux atomes de sodium ne sont pas distincts, ils seront simultanément attaqués par l'acide chlorhydrique :

(I) $SO^4Na^2 + 2HCl = SO^4H^2 + 2NaCl$.............. $+17^{Cal},2$

» 2° Si l'acide sulfurique qui prend ainsi naissance se trouve en présence d'un grand excès de sulfate, il se combinera à ce sel en dégageant de la chaleur et l'on aura :

(II) $2SO^4Na^2 + 2HCl = 2SO^4NaH + NaCl$.......... $+33^{Cal},4$

» 3° Tout le sulfate étant transformé en bisulfate, il pourra se faire :

(III) $SO^4NaH + HCl = SO^4H^2 + NaCl$................ $+10^{Cal},1$

» 4° Dans cette dernière réaction l'acide sulfurique formé pourra donner avec SO^4NaH un des sels acides décrits par M. de Marignac, d'où au moins un quatrième état d'équilibre possible.

» Quelle que soit l'interprétation du phénomène, l'expérience m'a prouvé :

» 1° Que, contrairement à l'opinion de quelques savants autorisés, le sulfate sodique SO^4Na^2 est attaqué à froid par HCl sec;

» 2° Qu'il existe, effectivement, plusieurs séries de tensions du gaz chlorhydrique, comme si chacune de ces séries correspondait soit à l'une des phases indiquées ci-dessus, soit à divers composés encore inconnus. Ce point sera éclairci ailleurs.

» Dans deux tubes recourbés identiques et secs, introduisons 10^{gr} de sulfate de soude chauffé à 150°, et remplissons les tubes de gaz chlorhydrique séché sur de la ponce phosphorique; fermons à la lampe une de leurs extrémités et plongeons l'autre dans une cuve à mercure. De cette façon, un grand excès de sulfate se trouve au contact d'une petite quantité de gaz chlorhydrique et l'on réalise l'équilibre indiqué par l'équation (II).

» Cet équilibre, qui dégage la quantité de chaleur maxima, est le plus stable, comme le confirme l'expérience.

» On voit le mercure s'élever peu à peu dans la branche ouverte et, au bout de quelques jours, se fixer invariablement à une hauteur inférieure de 2^{mm} à la hauteur barométrique.

» Comparons deux tubes identiques, dont l'un renferme 180^{cc} de gaz HCl, l'autre 93^{cc} de HCl pour le même poids, 10^{gr}, de sulfate SO^4Na^2.

Vers 10° la tension du premier est	2 mm	La tension du deuxième est 2,5 mm
100	15	15
120	23,5	23
175	77	78
120	24	24

» Il faut très longtemps pour atteindre l'équilibre, parfois vingt-quatre heures, et je n'ai considéré l'équilibre comme certain qu'après quarante-huit heures de fixité. Ces expériences parallèles prouvent que la tension du gaz HCl est indépendante de la masse du gaz chlorhydrique, ce qui est un des caractères de la dissociation hétérogène.

» *Dissociation à phases multiples.* — La lenteur avec laquelle le système se met en équilibre est une des difficultés de la question; elle m'a longtemps arrêté. Il en existe d'autres : si l'on élève d'une façon continue mais brusque la température des tubes, la tension dépasse notablement la tension maxima correspondant à la température la plus élevée. Si, par exemple, à l'aide d'un bain d'huile on élève graduellement, mais vivement, la température jusqu'à 175°, on observe des tensions qui atteignent et dépassent 200^{mm} et qui, peu à peu, reviennent à 77^{mm} ou 78^{mm}. Cela tient, sans doute, à la superposition d'une phase différente de celle que l'on observe. Cette coexistence de phases diverses dans le courant de la réaction est due à la lenteur avec laquelle l'équilibre s'établit; elle différencie cette dissociation à *phases multiples* de la dissociation à *périodes successives* observée par M. Isambert dans le cas du chlorure d'argent ammoniacal.

» J'ai tenté de mettre en évidence une seconde période d'équilibre en faisant en sorte que la molécule sulfurique libérée conformément à l'équation (I) rencontre un excès de sel au lieu de rencontrer un excès de sulfate.

» A cet effet, j'ai attaqué $2^{gr},8$ de NaCl par $1^{gr},8$ de SO^4H^2 dans un ballon de 300^{cc} préalablement rempli de HCl sec. J'ai chauffé de façon à éliminer une forte quantité de HCl; il restait environ 650^{cc} de HCl libre ou combiné. J'ai noté la pression d'équilibre aux diverses températures :

0°	128 mm
8,2	135
37	163
100	262-320

» Pour constater qu'ici encore l'équilibre est indépendant de la masse de HCl, j'ai enlevé 145^{cc} de HCl à 8°, et j'ai constaté que, le lendemain, la pression reprenait sa valeur habituelle et la conservait indéfiniment. Il existe donc un second état d'équilibre qui devient incertain dès que la température s'élève, à cause d'une réaction secondaire sur laquelle je reviendrai ailleurs.

» Quant au système $SO^4NaH + HCl = SO^4H^2 + NaCl$, l'expérience directe prouve que, au bout de six heures, dans la glace fondante, la tension maxima dépasse $2^m,65$ de mercure. Il y a donc là un troisième état d'équilibre qui expliquerait le dégagement du gaz chlorhydrique dans le contact du sel marin et de l'acide sulfurique.

» M. Berthelot prescrit d'éviter l'emploi du principe du travail maximum dans les réactions limitées. Or, si l'acide chlorhydrique déplace vraiment l'acide sulfurique conformément aux trois équations ci-dessus, il est remarquable que, dans les réactions qui se font et qui sont limitées, ce soit encore la réaction la plus stable qui dégage le plus de chaleur. Il est donc important de savoir s'il y a déplacement de l'acide sulfurique par l'acide chlorhydrique ou formation de composés complexes inconnus jusqu'ici. L'étude de la réaction du gaz HCl sur les sulfates métalliques de cuivre, de plomb, etc., m'a permis de trancher cette question. Je me contente aujourd'hui de montrer que l'action de l'acide chlorhydrique sur le sulfate de soude est une succession, ou mieux une superposition de phénomènes de dissociation hétérogène. »

CHIMIE. — *Sur la réduction du wolfram par le charbon au four électrique.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. H. Moissan.

« En réduisant l'acide tungstique pur par le charbon de sucre au four électrique, M. Moissan [1] a obtenu le tungstène pur, dont il a donné les propriétés et l'analyse. A la suite de cette publication nous avons pensé qu'il serait intéressant de répéter ces expériences sur le minerai même de tungstène, c'est-à-dire sur le wolfram.

» Nos échantillons de wolfram provenaient de Zumwald (Bohême);

---

(1) H. Moissan, *Recherches sur le tungstène* (*Comptes rendus,* t. CXXIII, p. 13); et *Préparation au four électrique de quelques métaux réfractaires : tungstène, molybdène, vanadium* (*Comptes rendus,* t. CVI, p. 1225).

nous en avons fait d'abord l'analyse sur un échantillon moyen préparé avec soin.

» *Analyse du wolfram.* — On attaque le minerai par un mélange à parties égales de carbonates de potassium et de sodium en fusion et on la maintient tranquille de quinze à vingt minutes.

» La masse verte que l'on obtient est traitée par l'eau; on ajoute un peu d'alcool et l'on porte à l'ébullition : le manganèse se précipite et la liqueur devient incolore; on reprend le tout par un excès d'acide chlorhydrique : les oxydes de fer et de manganèse se dissolvent et un léger précipité blanc apparaît; on évapore à sec au bain-marie puis à l'étuve à air à 125°, en prenant les précautions indiquées par M. Moissan pour le dosage de la silice dans l'aluminium ([1]). On reprend par l'eau acidulée chlorhydrique, on filtre, on lave d'abord par décantation puis sur le filtre, en se servant d'eau chargée d'azotate d'ammonium. Dans la liqueur on dose le fer, le manganèse, la chaux; la partie restée sur le filtre est séchée et calcinée : on a l'acide tungstique et la silice; le mélange des deux acides est traité par le bisulfate de potassium en fusion pour séparer la silice.

» Nous avons obtenu ainsi pour un échantillon moyen :

	I.	II.
TuO^3	71,76 pour 100	72,17 pour 100
SiO^2	1,69 »	1,93 »
FeO	7,60 »	3,36 »
MnO	16,30 »	15,50 »
CaO	2,28 »	1,98 »

» *Réduction du wolfram.* — On prépare un mélange de wolfram et de charbon de sucre, ce dernier dans la proportion de 14 pour 100 de minerai; on place le tout dans le creuset du four électrique de M. Moissan et on le soumet pendant douze minutes à l'action calorifique d'un arc de 950 à 1000 ampères et de 50 à 60 volts. On obtient une masse métallique fondue et au-dessus une série qui s'en détache très facilement grâce à une petite quantité de carbure de calcium qui l'entoure, ce dernier ne tarde pas à se déliter à l'air.

» *Analyse de la partie métallique.* — Le culot parfaitement fondu possède une cassure à grain fin et une dureté semblable à celle du carbure de tungstène. Comme lui, au rouge sombre, il brûle dans un courant de chlore et est attaqué, avec incandescence, par un mélange d'azotate de potassium (8 parties) et de carbonate (2 parties); il contient, outre le tungstène, du silicium, du fer, du carbone.

» Pour doser ces corps, on en traite une petite quantité finement pulvérisée, avec quelques précautions, par un mélange en fusion d'azotate de potassium (6 parties) et de carbonate (2 parties). La masse blanche (sa couleur démontre qu'elle ne contient pas de manganèse) que l'on obtient ainsi est reprise par l'eau, on traite le tout par l'acide chlorhydrique et l'on opère ensuite comme pour l'analyse du wolfram.

» Pour doser le carbone, on chauffe dans un courant de Cl; le résidu est ensuite

---

([1]) H. Moissan, *Analyse de l'aluminium et de ses alliages*, t. CXXI, p. 851.

porté au rouge sombre dans l'hydrogène puis brûlé dans l'oxygène; du poids de l'acide carbonique obtenu on en déduit la quantité de carbone.

» On obtient ainsi :

	I.	II.
Tungstène	92,53	92,65
Silicium	0,49	0,51
Fer	2,37	2,15
Carbone total	5,21	4,96

» *Analyse de la scorie.* — Elle est sans odeur, d'aspect cristallisé, n'est pas homogène; la partie qui se trouve au contact de la masse métallique est noire, l'autre est d'un gris rosé; elle contient du tungstène, du fer, de la chaux, de la silice. Le tungstène y est combiné et libre; on met ce dernier en évidence en attaquant la scorie par l'acide chlorhydrique concentré; on chauffe et, en insistant, la liqueur, surnageante d'abord et incolore, devient bleue par suite de la réduction due au dégagement d'hydrogène fourni par le métal.

» L'analyse de cette scorie a été faite comme celle d'un silicate insoluble dans les acides; elle a fourni les chiffres suivants :

	I.	II.
TuO^3	10,60	10,90
SiO^2	1,41	1,10
Fe^2O^3	4,35	4,10
CaO	87,98	87,92

» En diminuant le temps de chauffe (8 minutes au lieu de 12), nous avons obtenu une masse métallique mais spongieuse qui ne contenait plus que 0,5 pour 100 de manganèse et 5 pour 100 de fer et ne renfermait pas de carbone.

» *Conclusions.* — Un échantillon de wolfram, dont nous avons donné l'analyse, peut donc être réduit par le charbon avec facilité au four électrique et fournir de suite un métal assez pur : le manganèse et le calcium ont complètement disparu, le silicium et le fer ont diminué dans une notable proportion; ces réactions sont produites en partie grâce à la température élevée du four électrique et grâce à la scorie qui s'est formée. Elles semblent bien démontrer que le traitement direct des minerais au four électrique pourra produire des métaux assez purs pour entrer directement dans la pratique industrielle (¹). »

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nouveaux exemples de dispersion rotatoire normale.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **P.-A. Melikian**, présentée par M. Friedel.

« Grâce à l'obligeance de M. Le Bel et de M. A. Werner, qui ont bien voulu mettre à notre disposition un certain nombre de corps actifs provenant de leurs collections particulières, nous avons pu effectuer une nouvelle série de mesures de dispersion rotatoire, dont nous publions aujourd'hui les résultats.

» Le dispositif expérimental que nous avons adopté est celui des cuves filtrantes de M. Landolt, déjà mentionné dans une Note publiée par l'un de nous, en collaboration avec M. Jordan ([1]).

» Nos déterminations sont consignées dans le Tableau suivant, dans lequel les corps ont été rangés dans l'ordre des valeurs croissantes des déviations dans le rouge. Les composés 1, 5, 12, 13, 14 proviennent de la collection de M. Le Bel qui les a décrits antérieurement ([2]). Les corps 2, 3, 4, 6, 8, 9 nous ont été fournis par M. Werner, qui les a obtenus au cours de recherches avec M. J. Ravitzer ([3]). Enfin, les dérivés amyliques 7, 10, 11 ont été préparés ici par Mlle Welt ([4]).

» Il convient d'ajouter que la plupart des corps que nous avons examinés étaient en très petite quantité et n'ont pu être redistillés avant les mesures.

Tableau I. — *Déviations* α *pour* $L = 0^{dcm},5$.

	Rouge.	D.	Vert.	Bleu.	Violet.
1. Oxyde de propylène	+ 0,43	+ 0,45	+ 0,58	+ 0,64	+ 0,85
2. β-méthyladipate d'isobutyle	+ 0,84	+ 1,43	+ 1,62	+ 2,13	+ 2,61
3. » d'éthyle	+ 0,87	+ 1,11	+ 1,33	+ 1,62	+ 2,15
4. » de propyle	+ 0,92	+ 1,07	+ 1,40	+ 1,71	+ 2,09
5. Chlorure d'amyle secondaire	+ 1,23	+ 1,33	+ 1,90	+ 2,22	+ 2,64
6. 2-6-méthyl-3-octanonate de méthyle	+ 1,33	+ 1,82	+ 1,97	»	»
7. Oxyde de phénylamyle	+ 1,43	+ 1,67	+ 2,32	+ 2,56	+ 3,50
8. β-méthyladipate de méthyle	+ 1,67	+ 1,91	+ 2,44	+ 2,78	+ 3,35
9. » d'isopropyle	+ 2,26	+ 3,36	+ 3,65	+ 4,08	+ 4,84

([1]) Guye et Jordan, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 833.

([2]) Le Bel, *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXXIV, p. 219; et 3e série, t. IX, p. 678.

([3]) Ces composés seront décrits dans un Mémoire qui paraîtra prochainement.

([4]) Welt, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XI, p. 1178; et t. XIII, p. 186; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VI, p. 115.

	Rouge.	D.	Vert.	Bleu.	Violet.
10. Amylacétate de méthyle..........	+ 2,39	+ 2,97	+ 3,87	+ 3,97	+ 4,74
11. Diamyle........................	+ 3,58	+ 4,48	+ 5,49	+ 5,83	+ 7,50
12. Lactate de méthyle..............	− 3,60	− 4,29	− 4,93	− 5,30	− 5,94
13. Butyryl-lactate de méthyle........	−15,29	−19,70	−22,21	−25,86	−30,05
13. Acétyl-lactate de méthyle.........	−20,97	−26,24	−31,97	−34,22	−40,97

» A part le lactate de méthyle, qui, comme corps hydroxylé, pourrait être partiellement polymérisé, tous les composés qui figurent daus ce Tableau appartiennent à des groupes chimiques dans lesquels les liquides sont formés de molécules simples. On constate que tous ces corps présentent la dispersion rotatoire normale (¹); c'est la confirmation des résultats obtenus par M. Jordan et l'un de nous.

» Dans un second Tableau, nous avons inscrit les valeurs des densités des liquides précédents, déterminées aux mêmes températures que les déviations polarimétriques. Avec ces éléments et les précédents, nous avons calculé les pouvoirs rotatoires spécifiques par rapport à la raie D du sodium, ainsi que les dispersions rotatoires spécifiques.

Tableau II.

	Densités.	Temp.	$[\alpha]_D$.	$[\alpha]_{v-r}$.
Oxyde de propylène....................	0,820	23,5	+ 1,10	+ 1,02
β-méthyladipate de propyle..............	0,978	16,5	+ 2,19	+ 2,39
β-méthyladipate d'éthyle................	0,986	18	+ 2,25	+ 2,70
β-méthyladipate d'isobutyle..............	0,950	18	+ 3,01	+ 3,73
Chlorure d'amyle secondaire.............	0,851	23	+ 3,13	+ 3,32
Oxyde de phénylamyle..................	0,924	24	+ 3,62	+ 4,14

(¹) Nous n'avons trouvé qu'un seul exemple de dispersion anormale avec un liquide non polymérisé; c'est la chloracétine du propylglycol (Le Bel) qui a donné les résultats suivants :

	Rouge.	D.	Vert.	Bleu.	Violet.
Pour L = 0,5.....	α = + 0,52	+ 0,30	+ 0,49	+ 0,44	+ 0,63

» Mais il convient de remarquer que ce composé, auquel on attribue la formule

$$CH^3.CH(OCO\,C^3),\ CHH^2Cl,$$

pourrait très bien contenir une certaine quantité de l'isomère

$$CH^3.CHCl.CH^2(OCO\,CH^3);$$

cela résulte, du moins, de son mode de formation par l'action successive, sur le propylglycol actif, du pentachlorure de phosphore et du chlorure d'acétyle. Le liquide ainsi obtenu étant un mélange, peut très bien présenter la dispersion anormale.

	Densités.	Temp.	$[\alpha]_D$.	$[\alpha]_{v-z}$.
β-méthyladipate de méthyle..............	1,050	17	+ 3,64	+ 3,16
2-6-méthyl. 3 octanonate de méthyle......	0,950	16	+ 3,83	»
β-méthyladipate d'isopropyle............	1,034	16	+ 6,54	+ 4,99
Lactate de méthyle......................	1,080	16	— 7,95	— 4,33
Butyryl-lactate de méthyle...............	1,019	20	—38,68	—28,65
Acétyl-lactate de méthyle..........	1,080	15	—48,60	—36,97

» Les corps étant rangés par valeurs croissantes de $[\alpha]_D$ (valeurs absolues), on remarque que les dispersions rotatoires spécifiques (dernière colonne) restent du même ordre de grandeur; elles ne sont cependant pas proportionnelles aux pouvoirs rotatoires spécifiques. C'est encore la confirmation des résultats antérieurs déjà cités ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation des camphophénols sulfonés en orthocrésol dinitré*. Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons montré qu'en traitant le camphre monochloré normal par l'acide sulfurique concentré à une température relativement basse, nous obtenions plusieurs corps nouveaux possédant la fonction phénolique, c'est-à-dire donnant des éthers, bleuissant le perchlorure de fer et ayant fixé le résidu SO^3H, formant ainsi de véritables composés sulfonés ([2]).

» Deux de ces phénols sulfonés se sont formés avec départ de méthyle, dûment constaté dans la réaction, et correspondent aux deux formules isomériques

$$C^9H^{12}(SO^2)(OH)^2O \text{ et } C^9H^{12}(SO^3H)(OH)O.$$

» Nous les avons appelés *améthylcamphophénolsulfone* et *acide améthylcamphophénolsulfonique* pour rappeler leur origine en attendant qu'une dénomination plus rationnelle ressorte de leur constitution, quand elle sera mieux connue.

» Nous avons publié postérieurement un Mémoire montrant que ces deux phénols sulfonés, que nous avons plus spécialement étudiés au milieu de plusieurs autres congénères, donnent un propylnitrophénol ([3])

([1]) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

([2]) *Bull. Soc. chim.*, t. III, p. 678; 1890, et t. IV, p. 715.

([3]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. VII, p. 251, et t. IX, p. 30.

au contact de l'acide azotique étendu d'un peu d'eau et à la chaleur du bain-marie.

» Incidemment, nous avons signalé l'action à froid de l'acide azotique fumant ([1]), qui nous avait paru donner un corps correspondant à la formule d'un dérivé tétranitré $C^9H^8O(AzO^2)^4(SO^2)(OH)^2$.

» Le dosage de l'azote et du baryum concordait avec cette formule pour le dérivé barytique analysé. Un examen insuffisant de ce corps, mal purifié et obtenu en petite quantité, nous avait indiqué la persistance du groupe sulfonique. De là la formule hypothétique calculée correspondant à un dérivé tétranitré. Ce prétendu dérivé n'existe pas.

» Nous en avons repris l'étude et nous l'avons reconnu identique avec l'orthocrésol dinitré.

» I. Pour l'obtenir, on introduit le corps $C^9H^{12}(SO^2)(OH)^2O$ ou son isomère, réduits en poudre, dans cinq fois leur poids d'acide azotique fumant, refroidi entre 0° et 10°.

» Le corps brunit, puis se dissout. Après quelques minutes de contact, on projette le mélange dans trois fois son poids d'eau glacée. Un corps jaune se précipite qu'on recueille et qu'on lave à l'eau froide. On fait cristalliser plusieurs fois dans dix fois son poids d'alcool bouillant à 93°. Les rendements sont de 50 pour 100 environ.

» Le corps obtenu de sa cristallisation dans l'alcool se présente sous forme de longues aiguilles d'un beau jaune, peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'alcool, fondant à 86°-87°. La vapeur d'eau l'entraîne à la distillation. A la température ordinaire, il émet des vapeurs et jaunit le papier qui le recouvre. Sa puissance colorante est considérable; il teint la laine et la soie sans mordant.

» L'analyse élémentaire du corps correspond exactement à la formule $C^7H^5(AzO^2)^2OH$.

» Son poids moléculaire, pris par voie cryoscopique au sein du benzène, correspond à 192,2; la théorie exige 198.

» L'analyse des sels de l'éther acétique confirme cette formule.

» Chauffé pendant trois heures avec un excès d'ammoniaque à 180°, suivant la méthode de Barr appliquée aux crésols nitrés, ce corps nous a fourni une dinitrotoluidine fusible à 208°, qui est la dinitro-*o*-toluidine.

» Le point de fusion de notre dinitrocrésol, soit 86°-87°, et la production de cette dinitro-*o*-toluidine nous ont permis de l'identifier avec l'orthodinitro-crésol

$$C^6H^2(CH^3)_{(1)}(OH)_{(2)}(AzO^2)^2_{(3.5)},$$

que Nevil et Winther ont obtenu en traitant les acides diazotoluolsulfonique et crésylol-sulfonique par l'acide azotique étendu et chaud ([2]), ou

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 964, et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IV, p. 718.

([2]) *D. Chem. G.*, t. XIII, p. 1946.

encore que Noelting et Salis ont produit par la nitration du dérivé diazoïque de la nitro-*o*-toluidine (¹).

» Cette formation d'orthocrésol comme d'un propylphénol aux dépens du camphre prouve d'une façon péremptoire que si le camphre n'a pas pour noyau le paracymène, du moins doit-il être représenté par une molécule à chaîne fermée où le propyle sera manifestement en germe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hexadiinediol.* Note de M. **R. Lespieau**, présentée par M. Friedel.

« Pour préparer le glycol biacétylénique en C^6

$$CH^2OH - C \equiv C - C \equiv C - CH^2OH,$$

je suis parti du précipité cuivreux que fournit l'alcool propargylique quand on l'agite avec le sous-chlorure de cuivre ammoniacal; on oxyde ce précipité par le ferricyanure de potassium et l'on extrait le produit de la réaction en agitant avec beaucoup d'éther. C'est un corps solide, bien cristallisé, fondant à 111°-112°. Quand il n'a pas été soumis à l'action de la chaleur ou de la lumière, il est blanc; sinon jaune ou rosé. Il se dissout dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'acide acétique. Ces dissolutions, exposées au soleil, laissent déposer quelques flocons. Un bon agent de purification de ce glycol, c'est le benzène bouillant, qui l'abandonne par refroidissement. L'hexadiinediol chauffé se décompose vivement, en laissant un volumineux résidu de charbon. Il fixe 4 atomes de brome à — 15° en solution chloroformique.

» Afin de bien établir l'existence de deux fonctions alcooliques dans ce composé, j'en ai préparé la diacétine, en le chauffant pendant deux heures au réfrigérant ascendant, avec un grand excès d'anhydride acétique et un peu de chlorure de zinc. On chasse l'acide en maintenant le tout pendant quelque temps à 100°, sous une pression de 20^{mm}. Le résidu est repris à l'éther pour éliminer un peu de charbon; l'évaporation de ce dissolvant fournit une pâte d'où le benzène permet d'extraire la diacétine cherchée. C'est un corps solide fondant à 35°. Il a fourni de bons nombres à l'analyse; la saponification à 100°, par la baryte titrée, a indiqué un peu plus d'acide nitrique que ne l'exigerait la théorie (1 pour 100), mais la masse avait bruni et il y a tout lieu d'admettre que, à chaud, le glycol n'est pas sans action sur la base.

» L'éther diméthylique de l'hexadiinediol s'obtient comme le glycol,

(¹) *D. Chem. G.*, t. XIV, p. 987.

mais à partir de l'éther méthylpropargylique. C'est un liquide incolore, devenant rouge brun à la lumière. Il fond à — 9° et distille à 104°, 5-105°, 5 sous la pression de 12^{mm} à 13^{mm} de mercure. Sa densité à 0° égale 0,9969. Quand on le chauffe, il rougit, puis fuse en devenant incandescent. A — 15°, en solution chloroformique, il ne décolore également que 4 atomes de brome. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des bornéols et de leurs éthers.* Note de M. J. MINGUIN, présentée par M. Friedel.

« Grâce aux travaux de M. de Montgolfier [1] et de M. A. Haller [2], on sait qu'il existe quatre bornéols stéréoisomères, répondant à la formule brute $C^{10}H^{18}O$.

» Pour les représenter, nous adopterons les notations suivantes, proposées par M. Haller [3] :

Bornéol droit de Dryobalanops ou bornéol droit artificiel qui lui est identique	$\overset{+}{\alpha}$
Bornéol gauche de N'ghaï, de garance, de valériane	$\overset{-}{\alpha}$
Isobornéol droit	$\overset{+}{\beta}$
Isobornéol gauche	$\overset{-}{\beta}$

» Cette isomérie des camphols se poursuit dans tous leurs dérivés et, en particulier, dans leurs succinates.

» Comme ces éthers cristallisent facilement, nous avons pensé qu'il serait intéressant de comparer leurs propriétés cristallographiques entre elles.

» Mais, avant de faire connaître le résultat de ces recherches, nous croyons devoir insister sur la préparation de la matière première qui a servi à ces expériences.

» Nous allons d'abord décrire la méthode qui nous a d'abord permis d'obtenir du bornéol artificiel droit $\overset{+}{\alpha}$ en grande quantité. On sait, d'après les travaux de M. de Montgolfier et de M. Haller, que le bornéol obtenu par hydrogénation du camphre,

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XIV, p. 59.
(2) *Id.*, 6e série, t. XXVII, p. 392.
(3) *Deuxième Suppl. au Dict. de Wurtz*, p. 856.

que ce soit au moyen de la méthode de M. Baubigny ou de n'importe quelle autre méthode, est un mélange de camphol droit $\overset{+}{\alpha}$ et d'isocamphol gauche $\bar{\beta}$.

» Pour isoler le camphol droit $\overset{+}{\alpha}$, de pouvoir rotatoire $+ 37°$, de Montgolfier (1) transforme le mélange de camphols $(\overset{+}{\alpha}\,\bar{\beta})$ en acétate, refroidit cet acétate et essore la partie qui se solidifie. Cette masse solide cristallise dans l'éther de pétrole en beaux cristaux d'acétate de bornéol droit qui, saponifié, donne du bornéol de pouvoir rotatoire $+ 37°$.

» De cette façon, on obtient peu de camphol relativement à la quantité qui se trouve dans le mélange dont on est parti. Cela résulte de ce que l'acétate droit reste dissous dans l'acétate d'isocamphol qui, à cette température, est encore liquide. Pour retirer cet acétate droit, nous nous sommes appuyé sur une propriété des éthers de bornéols que nous avons déjà relatée (2), à savoir que la vitesse d'oxydation des isocamphols par l'acide chromique est beaucoup plus rapide que celle des camphols.

» Nous avons donc fait agir l'acide chromique sur le mélange des acétates en solution acétique. Une partie de l'acétate d'isocamphol se trouve détruit; on lave au carbonate de sodium et à l'eau, on reprend par l'éther, on évapore la solution éthérée et l'on soumet au refroidissement. La partie solide essorée est purifiée par cristallisation dans l'éther de pétrole. En saponifiant les cristaux ainsi obtenus, on obtient du bornéol de pouvoir rotatoire $+ 37°$.

» La partie qui ne s'est pas solidifiée est de nouveau soumise à une oxydation suivie d'un refroidissement, etc. Ces deux méthodes combinées permettent, comme nous l'avons constaté, de retirer la majeure partie du bornéol droit renfermé dans un mélange d'acétates $(\overset{+}{\alpha}\bar{\beta})$. Le bornéol gauche $\bar{\alpha}$ dont nous sommes parti était du bornéol de N'ghaï dû à l'obligeance de M. Haller.

» L'isocamphol $\bar{\beta}$, qu'on peut supposer toujours souillé d'un peu de camphol droit, a été obtenu en suivant le procédé de Montgolfier (3).

» A propos des isocamphols, nous ferons une remarque sur l'instabilité qu'on leur attribue. On sait que quand on éthérifie un mélange de bornéol $(\overset{+}{\alpha}\bar{\beta})$, où le premier domine, de pouvoir rotatoire droit A, et que l'on saponifie ensuite l'éther obtenu, on tombe sur un mélange de pouvoir rotatoire droit $A_1 > A$. M. de Montgolfier admettait qu'il y avait rétrogradation, c'est-à-dire transformation d'une partie de l'isocamphol en camphol. Or, il n'en est rien; dans ces conditions l'isocamphol ne change pas; ce qui fait croire à une rétrogradation provient d'une différence dans la vitesse et la puissance d'éthérification, car si l'on part d'un isobornéol de pouvoir rotatoire voisin de $- 34°$, c'est-à-dire renfermant peu de bornéol droit, que

(1) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1878.
(2) *Soc. chim.*, t. XV, XVI, p. 344.
(3) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*. 1878.

l'on éthérifie, et que l'on saponifie ensuite l'éther obtenu, on retombe sur le même pouvoir rotatoire $-34°$. Cette expérience est tout à fait concluante; car, étant donné que la presque totalité du bornéol est formée d'isocamphol, nous aurions dû constater un maximum de rétrogradation et le pouvoir rotatoire du bornéol régénéré aurait dû être $(-A)$, A étant $< 34°$.

» Dans une prochaine Communication nous nous proposons de donner les résultats des déterminations cristallographiques opérées sur les succinates de ces divers bornéols (1). »

CHIMIE ANIMALE. — *Du point de congélation du lait. Réponse à une Note de MM.* Bordas *et* Génin. Note de M. **J. Winter**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 31 août 1896), MM. Bordas et Génin ont contesté la constance de la température de congélation du lait, que j'ai signalée *le premier*, il y a un peu plus d'un an (*Comptes rendus*, 11 novembre 1895). Mes conclusions reposaient sur l'examen d'une *cinquantaine* de laits authentiques, de diverses espèces animales, et sur l'étude comparée d'un grand nombre d'autres liquides physiologiques. Cette comparaison révèle d'importantes relations générales, applicables au lait comme aux autres sécrétions et humeurs.

» J'ai montré, par des exemples (2), que les variations du point de congélation du lait, dues à l'addition d'eau, sont, dans d'assez grandes limites de dilution, proportionnelles à cette addition. Cela permet de calculer exactement et simplement le mouillage. Aucune autre méthode ne peut actuellement conduire à ce résultat.

» M. Hamburger a, d'ailleurs, confirmé l'exactitude de mes conclusions (3).

» D'après la Note de MM. Bordas et Génin, la température de congélation du lait peut subir de très grandes variations. Les plus grandes oscillations qu'il m'a été donné de constater sont de $\pm \frac{1}{100}$ et $\frac{2}{100}$ de degré.

(1) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy, laboratoire de M. Haller.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, n° 24; 1895.

(3) *Chemisches Centralblatt*, 19 août 1896, d'après le *Journal de Clinique et de Thérapeutique infantiles* du 29 octobre 1896.

MM. Bordas et Génin parlent de variations de $\frac{1}{10}$ de degré; j'aurais donc commis de bien grossières erreurs d'observation.

» J'ai voulu, *avant de répondre à cette Note,* refaire une nouvelle série de déterminations. Je donne ci-après mes nouveaux résultats. Le thermomètre qui m'a servi permet d'apprécier le $\frac{1}{100}$ de degré. Comme MM. Bordas et Génin, j'ai pris, cette fois, tous mes laits à Paris, avec toutes les garanties d'authenticité désirables ([1]). Sauf mention spéciale, chaque échantillon différent est d'une vache différente. Les uns sont du *commencement*, les autres de la *fin* de la traite.

» Δ est l'abaissement observé du point de congélation, R le résidu et D le poids spécifique du lait examiné.

Nos d'ordre.			Δ.	R.	D.
			°	0/0	
1	Lait de Paris,	commencement.	0,560	12,00	1,0293
		même vache....			
2	»	fin............	0,560	16,29	1,0326
3	»	commencement.	0,540	12,77	1,0347
4	»	fin............	0,545	16,07	1,0325
5	»	milieu.........	0,545	15,42	1,0334
6	»	commencement.	0,550	10,55	1,0311
		même vache....			
7	»	fin............	0,540	17,85	1,0286
8	»	commencement.	0,540	10,65	1,0301
9	»	commencement.	0,560	12,05	1,0302
10	»	fin............	0,550	17,60	1,0270
11	»	fin............	0,550	12,10	1,0249
12	»	fin............	0,560	15,10	1,0294
13	»	fin............	0,550	17,60	1,0239
14	»	commencement.	0,550	11,20	1,0305
		même vache....			
15	»	fin............	0,55	15,25	1,0281
16	»	commencement.	0,55	11,25	1,0302
17	»	commencement.	0,55	15,70	1,0336
18	»	commencement.	0,55	12,50	1,0419
19	»	commencement.	0,56	11,80	1,0330
20	»	commencement.	0,56	12,75	1,0343
21	»	commencement.	0,57	14,90	1,0300
22	»	fin............	0,55	18,90	1,0253
23	»	commencement.	0,55	14,95	1,0295
		même vache....			
24	»	fin............	0,55	18,60	1,0252

([1]) Tous les laits ont été pris au pis de la vache, sauf les deux derniers de la liste.

Nos d'ordre.		Δ.	R.	D.
		°	%	
25	Lait de Paris, fin...........	0,56	14,270	1,0274
26	» commencement. même vache....	0,55	11,254	1,0315
27	» fin...........	0,56	16,34	1,0261
28	» commencement.	0,55	12,30	1,0311
29	» commencement.	0,56	10,18	1,0306
30	» fin...........	0,555	12,75	1,0283
31	» fin...........	0,545	17,30	1,0249
32	» commencement. même vache....	0,54	11,15	1,0300
33	» fin...........	0,55	13,90	1,0239
34	» commencement.	0,55	10,40	1,0291
35	» commencement.	0,56	15,53	1,0335
36	» fin...........	0,55	11,95	1,0252
37	» fin...........	0,55	15,77	1,0241
38	» fin...........	0,55	15,75	1,0373
39	» commencement.	0,54	13,40	1,0343
40	» commencement.	0,55	11,00	1,0331
41	» fin...........	0,55	16,80	1,0266
42	» fin...........	0,55	19,55	1,0285
43	» commencement.	0,55	12,90	1,0282
44	Lait du Jardin d'acclimatation.	0,56 comm.	15,60	1,0276
45	» commencement.	0,57	14,50	1,0284
46	» commencement.	0,56	15,75	1,0307
47	» commencement.	0,55	11,80	1,0261
48	» commencement.	0,55	15,22	1,0316
49	» commencement.	0,55	14,77	1,0506
50	Ferme de Grignon (échantillon commercial)....	0,56	12,80	1,0319
51	Lait d'Auneau (E.-et-L.).....	0,56	15,015	1,0303

» Je rappelle que le Δ du sérum sanguin est sensiblement 0°,556. 27 des 51 échantillons ci-dessus marquent cet abaissement; 2 s'en écartent à moins de $\frac{1}{200}$, et peut-être y a-t-il là à invoquer l'état de surfusion; les autres n'en diffèrent que de $\frac{2}{100}$.

» Comme je n'ai fait aucun choix des vaches et que je puis fournir les adresses des maisons où ces échantillons ont été prélevés; comme, d'autre part, la question est, au point de vue pratique, des plus importantes, je me vois forcé, sur la foi des 100 et quelques échantillons authentiques que j'ai examinés sans trouver une seule exception, de maintenir mes conclusions premières, à savoir que la détermination de son point de cougélation est actuellement la plus simple, la plus rigoureuse et la plus

rapide des méthodes d'examen du lait. Tout lait alimentaire non suspect ne doit, au cryoscope, s'écarter que de *un* ou, au plus, *deux centièmes* de son axe d'oscillation, qui est 0°,55. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse optique des urines et dosage exact des protéides, des glucosides et des matières saccharoïdes non fermentescibles.* Note de M. **Frédéric Landolph.**

» 1° *Sucre dans les urines.* — L'urine normale et saine renferme toujours de 0gr,01 à 0gr,20 de sucre par litre; le dosage exact ne peut être fait que seul par la fermentation. A partir de 0gr,40 par litre de sucre, le médecin doit porter son attention sur un développement lent et progressif du diabète, lequel peut être regardé comme nettement déclaré à partir de 2gr par litre de sucre fermentescible. Il n'y a que les urines malades, contenant de l'albumine, du pus, etc., qui souvent ne renferment aucune trace de sucre.

» 2° *Dosage optique du sucre.* — Le saccharimètre est généralement impuissant à démontrer la présence de 1gr à 2gr de sucre par litre, parce que l'urine normale dévie toujours de 1° à 3° à gauche. Ce n'est qu'à partir de 2° à 3° de déviation à droite, que nous sommes à peu près certains de la présence du sucre dans les urines, et ce n'est qu'à partir de 10gr par litre que le diabétomètre nous donne des résultats assez exacts, et d'autant plus exacts que la quantité en est plus élevée. Donc, pour obtenir des résultats indiscutables au-dessous de 10gr par litre, il est indispensable d'avoir recours à la fermentation, tandis que pour des quantités au-dessus de 20gr par litre les deux procédés donnent sensiblement les mêmes résultats.

» 3° *Coefficient direct et coefficients indirects de réduction.* — Le coefficient direct de réduction ne peut être obtenu qu'avec l'*urine bouillie et filtrée*, parce que l'urine crue dans le traitement par le liquide cupropotassique tient toujours en suspension une certaine quantité de protoxyde de cuivre. On emploie sur 10cc d'urine bouillie et filtrée 10cc d'eau et 40cc de la solution de Fehling; on porte à l'ébullition et l'on y maintient le mélange, une fois la réaction commencée (ce qui généralement exige une durée de trois à cinq minutes), pendant vingt minutes. On filtre, on lave le protoxyde de cuivre avec de l'eau bouillante, on sèche et l'on calcine. Le poids de l'oxyde de cuivre obtenu, calculé pour mille, donne

le coefficient *direct* de réduction; le tiers de ce poids donne assez bien la quantité de matières saccharoïdes non fermentescibles dans un litre d'urine, en déduisant toutefois la quantité d'oxyde correspondant au sucre fermentescible et la quantité d'oxyde correspondant à l'acide urique et dont une partie est à peu près équivalente à quatre parties d'oxyde de cuivre.

» *Une quantité au-dessus de* 3gr *par litre de matières saccharoïdes non fermentescibles est le signe précurseur certain du diabète. De plus, pour ces sortes d'urines à fortes dispositions diabétiques, la durée d'introduction de réaction ne dépasse souvent pas une demi-minute.*

» Pour obtenir les *coefficients indirects de réduction*, on dédouble d'abord, sur l'urine crue et ensuite sur l'urine bouillie et filtrée, par les acides minéraux, la mucine et les autres protéides analogues, de même que les glucosides. Ensuite on fixe sur les urines traitées ainsi, filtrées et ramenées au volume primitif, les coefficients de réduction comme pour la détermination du coefficient direct de réduction. La différence des chiffres des deux coefficients indirects donne la quantité de mucine, etc., en oxyde de cuivre, et la différence entre le coefficient direct de réduction de l'urine bouillie et filtrée et le coefficient indirect de cette même urine bouillie et filtrée, donne la quantité des glucosides en oxyde de cuivre et dont le tiers représente alors le poids de ces composés.

» 4° *Examen polaristrobométrique des urines.* — Lorsqu'une urine renferme du pus et des éléments pathogènes analogues, la déviation à gauche dans le très sensible polaristrobomètre de MM. Pfister et Streit devient plus forte, arrive à 5° et même jusqu'à 8°, ce qui est dû évidemment à la force polarisatrice des noyaux des leucocytes granulés de pus. Dans ce cas, il arrive même que le *champ visuel devient totalement obscur dans une étendue de plusieurs degrés.* Ce fait singulier est surtout très important lorsque sous le microscope les cellules et les granulations de pus ont déjà disparu, puisque alors ce procédé seul permet de savoir de suite s'il y a eu antérieurement présence d'éléments pathogènes ou non, ce qui, dans beaucoup de cas, est d'une grande importance pour le médecin.

» Des études analogues se poursuivent, pour reconnaître et doser les composés organiques azotés précédant l'albuminurie. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Observations générales sur les blés.*
Note de M. **Balland**.

« Les observations qui suivent reposent sur l'examen de 300 échantillons de blés : les analyses, faites dans les mêmes conditions, ont été publiées, dans ces dernières années, par la *Revue du service de l'Intendance militaire.* Les échantillons, de provenance authentique, représentent la qualité moyenne des principaux blés du marché français.

» 1. Il n'y a pas de rapport entre le poids moyen des grains et l'essence des blés; on trouve des blés tendres, durs et métadins dont le poids moyen est identique.

» Il n'y a également aucun rapport général à établir entre le poids moyen des grains et le poids des blés à l'hectolitre; cependant, pour quelques variétés de même provenance, les azima Nicolaïeff par exemple, on constate que le poids moyen des grains baisse lorsque le poids de l'hectolitre va lui-même en diminuant.

» 2. La quantité d'eau trouvée dans les blés n'est pas constante. Elle varie, pour un même blé, suivant l'état hygrométrique de l'atmosphère ou suivant l'état d'humidité du local où il est conservé. Pour établir une comparaison rigoureuse entre les blés, il est nécessaire de les ramener au même degré d'hydratation, ou, plus simplement, à l'état sec.

» 3. Il ne paraît pas que l'on puisse établir de relations définies entre les matières salines, l'essence des blés, le poids moyen des grains et le poids des blés à l'hectolitre.

» 4. Il en est de même pour les matières grasses. On rencontre des blés durs et des blés tendres, de poids moyen différent, qui ont exactement la même quantité de graisse; toutefois, c'est dans des blés durs que l'on a observé les plus fortes proportions de matières grasses.

» En rapprochant les matières grasses des matières salines représentées par le poids des cendres, on ne relève aucun rapport direct entre ces deux éléments.

» 5. Le rendement des blés en farine panifiable dépendant de la cellulose, le meunier a le plus grand intérêt à être exactement renseigné sur la teneur en matières cellulosiques des blés qu'il emploie. La répartition de ces matières ne se rattache à aucune donnée générale. On observe cependant que les plus fortes quantités de cellulose se trouvent dans des blés

tendres. On relève aussi, dans les azima Nicolaïeff, que la cellulose va en augmentant lorsque le poids moyen des grains ou le poids des blés à l'hectolitre diminue.

» Il n'y a pas de relations entre les cendres, la graisse et la cellulose.

» 6. L'acidité oscille le plus souvent entre 0,020 et 0,040 : elle est indépendante de l'essence du blé, de la variété, du climat, du sol.

» 7. Le dosage des matières azotées offre un intérêt capital, en raison du rôle prépondérant que l'on attribue à ces matières dans l'alimentation. Si l'on envisage les blés dans leur ensemble, on trouve des blés tendres qui contiennent plus de matières azotées que des blés durs; mais, dans une région déterminée, les blés durs sont généralement plus azotés. Il ne semble pas que l'on puisse établir de liens étroits entre le poids des matières azotées et le poids moyen des grains ou le poids des blés à l'hectolitre; mais on remarque que les blés durs les plus azotés se rencontrent de préférence dans les blés dont le poids moyen des grains est peu élevé. On observe aussi qu'il y a moins d'azote dans les azima Nicolaïeff lorsque le poids à l'hectolitre baisse.

» Quelques auteurs admettent une relation intime entre les matières azotées des blés et leurs matières minérales. Cette assertion n'est pas justifiée : il n'y a pas plus de rapport entre ces éléments qu'entre les matières azotées, la graisse et la cellulose.

» 8. La matière amylacée est en opposition directe avec la matière azotée : les blés les plus riches en amidon sont les plus pauvres en azote.

» 9. La composition des blés est étroitement liée au climat, au sol et au mode de culture.

» Les pays chauds sont plus favorables au développement de la matière azotée, mais il y a des exceptions (blés d'Égypte). Dans les pays à climats variés, tels que la France et les États-Unis, les plus fortes proportions d'azote se rencontrent dans les blés des régions les plus chaudes, et l'on sait que les années de chaleur et de sécheresse produisent des blés plus riches en gluten que les années froides et humides.

» Comme exemple de l'influence simultanée du climat et du sol, nous avons le blé dur de Bordeaux, plus azoté dans la Gironde que dans les départements du Jura, de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise et de l'Yonne où nous l'avons retrouvé. Un autre exemple plus frappant nous est fourni par un blé, d'origine française, récolté dans les environs de la Plata : ce blé contient plus de 13 pour 100 de matière azotée; c'est une proportion que nous n'avons trouvée dans aucun blé de France. Le poids moyen des grains

s'est en même temps modifié; il est descendu au-dessous de la moyenne de nos blés indigènes.

» L'influence de la culture se manifeste dans les blés d'Aubervilliers, récoltés dans des terrains où les maraîchers utilisent de préférence, comme engrais, les gadoues de Paris. Ces blés renferment plus de matière azotée que les blés de même espèce semés en Seine-et-Oise, et il est à noter que l'on ne relève rien d'anormal pour les cendres, ce qui exclut, comme nous l'avons dit plus haut, tout rapprochement entre les matières azotées et les matières salines.

» 10. D'autres causes peuvent encore modifier la composition des blés : on doit tenir compte de l'état d'homogénéité de la denrée : les gros grains n'ont pas exactement la composition des petits; on trouve aussi des écarts suivant la nuance, de sorte que, par un triage approprié, on peut retirer d'un même échantillon de blé des grains qui présentent une composition différente. Les grains les plus blancs sont toujours moins azotés que les grains foncés, généralement plus durs.

» 11. Les blés des différents pays, pris dans leur ensemble, présentent de tels écarts de composition, que l'on ne peut songer à les représenter par une formule unique; il serait aussi arbitraire de vouloir assigner une composition spéciale aux blés durs et aux blés tendres.

» Voici les écarts extrêmes qui ont été relevés sur les trois cents échantillons analysés :

		Matière					
	Eau. pour 100.	azotée pour 100.	grasse pour 100.	sucrée et amylacée pour 100.	Cellulose pour 100.	Cendres. pour 100.	Poids moyen de 100 grains.
Minimum...	8,84	7,06	1,10	66,34	1,46	1,10	1gr,75
Maximum...	16,90	15,58	2,40	76,17	3,94	2,56	6gr,13

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Propriétés immunisantes du sérum d'anguille contre le venin de vipère.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. Chauveau.

» Dans ses recherches sur la toxicité du sérum d'anguille, A. Mosso a montré qu'il existe de grandes analogies entre les symptômes de l'empoisonnement par ce sérum et ceux de l'envenimation vipérique. J'ai constaté à mon tour cette ressemblance et j'ai observé, en outre, que l'hypothermie,

si accentuée dans l'envenimation, est aussi un des caractères dominants dans l'empoisonnement par l'ichtyotoxique. Cette similitude dans les caractères toxicologiques m'a suggéré l'idée que le sérum d'anguille, de même que le sérum de vipère, pourrait être doué de propriétés immunisantes vis-à-vis du venin. C'est en effet ce qui découle des expériences que je poursuis et dont je vais exposer les principaux résultats. De même que pour le sérum de vipère, de couleuvre et de hérisson ([1]), si l'on veut mettre en évidence le pouvoir immunisant du sérum d'anguille, il faut préalablement détruire ses propriétés toxiques. On y arrive par un chauffage à 58° pendant quinze minutes.

» Le sérum, ainsi chauffé, change de couleur; il devient brunâtre, et sa transparence est légèrement diminuée, comme si un fin précipité s'était produit. En même temps, il a perdu complètement ses propriétés toxiques, de telle sorte qu'on peut en inoculer, sans danger, 10^{cc} dans l'abdomen d'un cobaye, alors que 1^{cc} du même sérum non chauffé le fait mourir en quelques heures.

» Le seul symptôme appréciable est une élévation de la température qui peut atteindre de 1° à 1°,5. Cette réaction de l'organisme est suivie de l'apparition de l'immunité contre le venin, de telle sorte que si, au bout de quinze à vingt heures, on éprouve l'animal avec une dose mortelle de ce venin, il résiste, d'une manière remarquable, à l'intoxication.

» Pour obtenir ce résultat, il n'est pas besoin d'employer une forte dose de sérum chauffé; 1^{cc},5 inoculé dans l'abdomen d'un cobaye suffit à l'immuniser.

» Mais si, au lieu d'attendre quinze à vingt heures, on injecte le venin en même temps que le sérum, l'animal succombe presque en même temps qu'un témoin, si la dose est faible; avec un léger retard, si elle est plus élevée (de 6^{cc} à 12^{cc}).

» Peut-être qu'en augmentant encore la quantité de sérum chauffé on obtiendrait une protection plus efficace; c'est ce dont je m'assurerai ultérieurement. Il est certain qu'à faibles doses le sérum d'anguille chauffé paraît se comporter comme un vaccin, puisque son effet maximum n'est produit qu'au bout de quelque temps, mais il est possible que ce retard soit dû à une lenteur d'absorption du sérum. Cette immunisation, du reste, n'est pas de longue durée; elle ressemble sous ce rapport à celle produite par les sérums de vipère, de couleuvre et de hérisson et par les sérums thérapeutiques.

» De quelle nature sont les substances immunisantes du sérum d'anguille? Sont-elles indépendantes des substances toxiques ou dérivent-elles d'une modification de ces dernières? On sait, d'après U. Mosso, que

---

([1]) *Comptes rendus* et *Société de Biologie*, 1895.

l'ichtyotoxique est une sérine très altérable par les acides et les alcalis, par la chaleur, par digestion artificielle et naturelle, par putréfaction, par précipitation alcoolique. Après ces divers traitements, le sérum d'anguille a complètement perdu sa toxicité. A-t-il conservé ses propriétés immunisantes contre le venin? Je n'ai étudié à ce point de vue que l'action de l'alcool, mais les résultats sont très nets. Le précipité alcoolique du sérum d'anguille, après un séjour de quelques semaines sous l'alcool, est séparé par filtration, desséché rapidement et repris par l'eau chloroformée où on le laisse macérer pendant quarante-huit heures. Cette eau de macération injectée au cobaye le préserve contre le venin tout aussi bien que le sérum chauffé. Comme la plus grande partie des substances albuminoïdes du sang, précipitées par l'alcool, perdent, après avoir séjourné un certain temps sous l'alcool, la faculté de se redissoudre dans l'eau, il est vraisemblable que les substances immunisantes du sérum d'anguille ne proviennent pas d'une transformation de la sérine venimeuse de l'anguille et sont probablement des diastases, des albumoses ou des peptones. De nouvelles recherches sont nécessaires pour élucider cette question.

» J'ajouterai que le sérum de vipère précipité par l'alcool perd aussi sa toxicité et que le précipité, repris par l'eau, possède des propriétés antivenimeuses très énergiques. Il serait intéressant de savoir s'il en est de même avec le sang de tous les serpents venimeux ([1]).

» En attendant, les faits précédents nous permettent d'affirmer que l'analogie entre le sérum d'anguille et le sérum de vipère existe non seulement pour les propriétés toxiques, mais encore pour les propriétés immunisantes vis-à-vis du venin de vipère.

» Le Tableau suivant résume les résultats des expériences.

([1]) Je fais appel à l'obligeance des naturalistes et des savants qui pourraient m'envoyer du sérum et du venin de serpents exotiques. Il est facile de recueillir, dans un vase, le sang qui s'écoule du corps, quand on a coupé la tête du serpent. Le sérum, qui s'est séparé du caillot au bout de plusieurs heures, est additionné de cinq à six fois son volume d'alcool à 95°. Pour le venin, on peut l'extraire par pression des glandes détachées et le dessécher rapidement à une température inférieure à 50°. On peut aussi mettre les glandes, ou, faute de mieux, la tête entière dans leur volume de glycérine pure, ou, à défaut, dans une grande quantité d'alcool à 95°.

Expériences avec le sérum d'anguille.

Numéros.	Poids du cobaye.	Dose de sérum d'anguille précipité par l'alcool.	Dose de sérum d'anguille chauffé à 58°, 15 minutes.	Dose de venin de vipère.	Intervalle entre les deux inoculations.	Durée de la survie.	Observations.
1....	475gr	»	1,5cc (abd.)	0,57mgr	24h	Totale.	Témoin mort en 5h45m.
2....	490	»	3 (cuisse)	0,57	48	Totale.	Témoin mort en 6h
3....	520	»	1,5 +	0,57 (cuisse)	0	12h	Id.
4....	585	»	2,5 +	0,57 »	0	39h	Id.
5....	470	»	6 (abd.)	0,57 »	0	15h	Id.
6....	405	»	6 »	0,57 »	0	15h	Id.
7....	510	»	12 »	0,57 »	0	9h	Id.
8....	440	»	8 »	0,57 »	24	Totale.	Id.
9....	510	»	2,75 (abd.)	0,57 »	16	Totale.	Id.
10...	540	2cc,5 (cuisse)	»	0,6 »	3 jours.	Totale.	Témoin mort en 6h30m.
11...	480	5cc +	»	0,6 »	0	15h	Id. (1)

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie du* Cryptococcus guttulatus *Ch. R.* Note de MM. **J. Kunstler** et **P. Busquet**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le *Cryptococcus guttulatus* Ch. R. vit en parasite dans l'intestin du Lapin. Il se présente généralement sous l'aspect d'un corps cylindrique, arrondi à ses deux extrémités. Ses dimensions varient pour la longueur entre 10 et 25 μ, pour la largeur entre 2 et 8 μ.

» Au premier abord, on y distingue deux grandes vacuoles claires, de 4 à 5 μ de longueur et de 3 à 4 μ de largeur, chez l'adulte, situées vers les deux bouts et occupant la majeure partie de la masse du corps. L'être est transparent, hyalin et incolore.

» La structure de la substance constitutive de cet organisme est d'une complication qui la distingue de ce qui a été décrit jusqu'ici.

» A la surface du corps se trouve une enveloppe cuticulaire, hyaline, difficilement visible et peu colorable, au-dessous de laquelle est la couche ectoplasmique. Celle-ci présente de fines lignes longitudinales, les unes claires, les autres sombres, au nombre de 9 à 12 pour chaque teinte, dans toute la largeur de l'élément, alternant les unes avec les autres, et paraissant constituer des sortes de fibres longitudinales, hétérogènes, divisées elles-mêmes par des trabécules transversales. Sur une coupe optique, cette couche répond à la couche corticale claire et alvéolaire des auteurs.

(1) Travail du laboratoire de M. Chauveau, au Muséum.

» Plus en dedans, se trouve le corps central qui contient les vacuoles, dont il a déjà été question, ainsi que le noyau. Ce corps central se colore d'une manière plus intense que le reste de l'élément; nous avons, d'ailleurs, constaté un fait analogue chez les Bactériacées.

» La constitution de ce protoplasma est bien difficile à établir. On peut y distinguer, répartis d'une façon plus ou moins régulière, des points sombres, qui sont, dans une foule de cas, des granulations entourées d'une zone claire divisée en alvéoles à disposition radiaire, de telle sorte que l'ensemble n'est pas sans avoir quelque analogie avec l'aspect de certaines Composées.

» Les points sombres apparaissent fréquemment comme de simples alvéoles plus colorés. Ils ont souvent pour dimension l'épaisseur de la zone claire, et ils sont suffisamment rapprochés les uns des autres pour n'être séparés que par une seule zone claire, simple et commune à deux points voisins. L'ensemble de cette structure rappelle l'aspect d'un réseau de filaments clairs divisés par des trabécules transversales et entourant des espaces plus sombres. Dans beaucoup de cas, ces points sombres, plus gros, ont l'aspect de véritables granulations à dimensions fort diverses.

» Les grandes vacuoles, qu'on ne peut jamais colorer, présentent une enveloppe propre alvéolaire, assez facile à voir, et d'où part un réseau d'une finesse et d'une délicatesse excessives qui envahit toute la cavité vacuolaire.

» Le noyau, placé au milieu du corps, est un élément d'une grande simplicité, dont le diamètre a de $1\,\mu$ (éléments jeunes) à $2\,\mu\,\frac{1}{2}$ (éléments adultes). Il possède une région centrale sombre, plus tingible, entourée d'une couche périphérique plus claire; les deux régions sont nettement alvéolées. Il offre cette particularité remarquable qu'il est rattaché à la couche pariétale sous-cuticulaire par une sorte d'invagination de celle-ci, comme s'il s'était primitivement constitué aux dépens d'un épaississement de cette couche, et qu'il se fût rendu, par un très léger déplacement, de là, vers le centre de l'élément, en entraînant naturellement avec lui les régions voisines de l'assise sous-tégumentaire. Aussi, voit-on une sorte d'invagination, d'apparence membraniforme, partir de la paroi et aboutir au noyau qui est ainsi relié à celle-ci comme par un manchon. Cette disposition n'existe pas seulement chez le *Cryptococcus:* nous l'avons revue chez diverses espèces, notamment chez certaines *Diatomées*.

» L'activité protoplasmique du *Cryptococcus* est souvent fort considérable et se manifeste par la production de granules de réserve qui sont parfois très gros et très nombreux; ils peuvent atteindre jusqu'à $1\,\mu\frac{1}{2}$ et $2\,\mu$. Le noyau, dans sa sorte de migration, repousse devant lui le protoplasma interne, granulogène; aussi est-il très souvent entouré d'une couche abondante de granulations qui lui donnent un faux air de *morula* granulaire.

» Tout l'être est entouré d'une couche gélatineuse, hyaline, extrême ment difficile à voir, pouvant mesurer de $\frac{1}{2}$ à $1\,\mu$ et qui paraît, quelquefois, elle-même alvéolée.

» *Le Cryptococcus guttulatus* se reproduit par bourgeonnement, ainsi qu'on le sait.

» Au niveau du point où le bourgeon va se produire, la couche sous-cuticulaire manifeste les indices d'une activité nouvelle; elle paraît être la première assise qui présente quelques changements. L'un des alvéoles des extrémités, généralement celui du milieu, grossit et fait saillie. La couche superficielle et la couche plus profonde prennent rapidement part à ce phénomène, de façon qu'il se forme un point saillant qui s'allonge et augmente de volume par multiplication de ses alvéoles constitutifs. Il y a là quelque chose de très analogue à ce qui se voit dans le bourgeonnement de la levure de bière, et, comme dans cette espèce, les alvéoles les plus actifs, c'est-à-dire ceux situés à la base du bourgeon, s'aplatissent au point de rappeler d'une manière frappante l'aspect d'un *cambium* végétal.

» La description qui précède s'applique au *Cryptococcus guttulatus* des auteurs; mais ce n'est pas là l'unique aspect sous lequel on le rencontre.

» Le corps peut augmenter de volume et grossir considérablement, en même temps que la forme change d'une manière concomitante. Pendant le développement de l'élément, les deux vacuoles s'élargissent et arrivent à se confondre en une seule, dont la longueur a alors de 12μ à 15μ. On n'a plus affaire à un bâtonnet cylindrique, mais à une cellule ovoïde d'un diamètre bien plus considérable (longueur 28μ; largeur de 12μ à 17μ), et dont le rôle est aussi différent. Cet accroissement de volume et ce changement de forme marquent le début de la période de reproduction.

» La cuticule s'épaissit fortement, le protoplasma se remplit de granulations, qui s'amassent bientôt soit à un bout, soit au centre, pour former là une région sombre au milieu de laquelle se place le noyau pourvu d'une enveloppe à structure d'une grande régularité. Le reste du corps est constitué par une substance protoplasmique, qui paraît finalement se résorber pendant que la masse granuleuse centrale prend un aspect de plus en plus délimité, acquiert même une membrane très nette et vient toujours se placer au centre de la coque. Cette sorte d'enkystement se termine par la division de la masse granuleuse en cinq ou six jeunes *Cryptococcus*, qui finiront par devenir libres et qui ont déjà quelquefois deux vacuoles avant la rupture de la paroi kystique.

» Ces jeunes formes, qui ont 10μ à 12μ de long et 4μ à 6μ de large, se rencontrent dans l'intestin au milieu des matières alimentaires en voie de digestion; mais elles ont aussi d'autres sièges : par exemple, les amas muqueux intestinaux ou même la paroi de l'intestin. Leur aspect présente alors ceci de remarquable, qu'ils sont alignés en files régulières, ce qui est dû à un phénomène de division transversale qui se produit abondamment

pendant le jeune âge. C'est là une *forme filamenteuse* qui n'est pas particulière au *Cryptococcus*, car nous l'avons vue aussi chez la levure de bière, qui, à une certaine période de son évolution, vit dans des tubes gélatineux. »

HISTOLOGIE ANIMALE. — *De la régénération de l'épithélium vésical* ([1]). Note de M. **Etienne de Rouville**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans sa belle étude sur le placenta des Rongeurs, M. Mathias Duval a décrit, au niveau de la plaie placentaire, « des cellules émergeant du cho-» rion muqueux et se transformant, une fois arrivées à la surface, en cel-» lules épithéliales cylindriques ».

» Amené à s'occuper de la muqueuse de la vessie, le savant histologiste déclare « qu'il serait intéressant de rechercher comment se comporte dans » sa régénération l'épithélium vésical », tout en déclarant que, malgré les recherches de Beltzow ([2]), « ce qui a été fait jusqu'à présent sur ce sujet » semble laisser encore la question douteuse ».

» M'occupant depuis quelques années de cette question si intéressante de la rénovation des épithéliums, j'ai, à mon tour, examiné des coupes histologiques de la vessie normale du bœuf, et voici, très brièvement résumés, les résultats de mes observations et les conclusions qu'ils m'ont suggérées.

» L'épithélium pavimenteux stratifié de la vessie, l'Uebergangsepithel des auteurs allemands, a une structure caractéristique qui est bien connue. Un point sur lequel je désire, toutefois, insister tout spécialement, est l'absence d'une membrane basale, la couche la plus profonde de cet épithélium reposant directement sur le chorion muqueux.

» Or, un examen attentif de coupes bien transversales permet d'établir des relations remarquables entre les éléments épithéliaux et les éléments conjonctifs; on passe graduellement des uns aux autres par toutes les formes de transition désirables, si l'on parcourt la coupe en allant du chorion vers la couche profonde de l'épithélium.

([1]) Travail fait dans le laboratoire des Recherches de l'Institut de Zoologie de l'Université de Montpellier.

([2]) Beltzow, *Zur Regeneration des Epithels der Harnblase*. (*Virchow's Archiv*, p. 278; t. XCVII; 1884.)

» C'est là un fait d'observation qui est bien de nature à attirer l'attention. J'ai eu sous les yeux des coupes très démonstratives à cet égard : les cellules conjonctives s'orientant suivant l'axe des cellules épithéliales, à mesure qu'elles se rapprochaient de la muqueuse. On aurait dit, en certains endroits, de véritables fusées dirigées vers l'épithélium et se frayant un passage au travers des éléments conjonctifs voisins qu'elles écartaient et refoulaient de chaque côté. Les noyaux de ces éléments conjonctifs présentaient une taille plus grande, rappelant celle des noyaux de l'épithélium; ils fournissaient vis-à-vis des colorants les mêmes réactions que ces derniers; et, détail des plus importants, on voyait dans cette région sous-épithéliale de nombreux noyaux en division amitotique. Jamais je n'ai vu de divisions dans les cellules constitutives de l'épithélium vésical, et jamais de mitoses dans la région conjonctive; au contraire, je le répète, les cas de division directe étaient relativement fréquents.

» En résumé, aucune limite nette entre le tissu conjonctif et l'épithélium, mais passage insensible du premier au second; de plus, la première région, très riche en noyaux, se divisant directement.

» Cette observation me conduit à la conclusion que je formulais dans les *Comptes rendus* de 1895 [1], à savoir que le tissu conjonctif est, dans ce cas encore, suivant l'expression de M. le professeur Sabatier, la *matrice* de l'épithélium.

» Mais une objection, qui n'a peut-être pas la valeur qu'on serait tenté de lui attribuer, pourra m'être adressée : comment, en effet, concevoir un tissu d'origine mésodermique, le tissu conjonctif, régénérant un tissu d'origine endodermique, l'épithélium vésical?

» Il est vrai que cet épithélium reconnaît peut-être d'autres origines que l'endoderme; le mésoderme, avec les épithéliums wolffiens, d'après M. Duval, ne serait pas étranger à sa constitution; il ne serait pas non plus impossible, d'après un travail récent, que l'endoderme lui-même contribuât ainsi à sa formation; quoi qu'il en soit cependant, l'origine allantoïdienne de la vessie l'emporterait sur toute autre, et l'épithélium en question serait, on peut le dire, presque essentiellement d'origine endodermique.

» Je ne vois, pour ma part, dans cette objection, aucun argument bien valable contre le rôle que jouerait ici, d'après mes observations, le tissu conjonctif. Il n'est pas en effet démontré qu'un épithélium ne puisse être régénéré que par lui-même ou par un tissu de même origine que lui.

---

[1] Étienne de Rouville, *Comptes rendus;* 1895.

» D'ailleurs, l'opinion d'après laquelle un épithélium d'origine mésodermique peut emprunter de jeunes éléments au tissu conjonctif n'est pas, elle-même, admise généralement; toutefois, en 1890, M. Duval ([1]), au sujet de la rénovation épithéliale dans la muqueuse utérine du rat, écrivait :

» Il y a déjà plus d'un an, en étudiant cette reproduction locale de l'épithélium, je me trouvais en présence de préparations semblant montrer que cette reproduction ne se fait pas graduellement par un processus centripète, mais brusquement et d'emblée sur toute la surface de la plaie par l'arrivée à cette surface de cellules émergeant du chorion muqueux et se transformant, une fois arrivées à la surface, en cellules épithéliales cylindriques; mais je me contenterai de mettre de côté ces préparations pour les revoir et les étudier plus tard, car je répugnais absolument à l'idée de la transformation des cellules conjonctives en cellules épithéliales.

» Or, depuis cette époque, des préparations plus nombreuses, plus sériées, m'ont montré ce même processus et, cette fois, d'une manière évidente, irréfutable. Quelque répugnance théorique qu'on puisse avoir à admettre une origine conjonctive pour des cellules épithéliales, les faits doivent passer avant la théorie, et, pour la muqueuse utérine, les faits me forcent aujourd'hui à déclarer que les cellules épithéliales de la muqueuse utérine peuvent provenir de la transformation des cellules conjonctives du chorion de cette muqueuse.

» Les figures que donne M. Duval à l'appui de cette thèse me paraissent très démonstratives, et ce processus de rénovation épithéliale doit, sans aucun doute, être aujourd'hui admis, malgré les critiques formulées dans un Mémoire récent par P. Rathcke ([2]).

» Cette opinion n'a, d'ailleurs, rien qui doive répuguer *a priori* si l'on regarde, avec M. le professeur Sabatier, le tissu conjonctif comme capable de devenir la matrice d'autres tissus plus différenciés, et cela, parce qu'il est lui-même, par excellence, le tissu le moins différencié de l'organisme, le tissu à la structure le plus voisine de la structure blastodermique et devant être considéré dans bien des cas comme un « blastoderme postem- » bryonnaire ([3]) ».

([1]) M. Duval, *Société de Biologie*, t. II, p. 698.

([2]) P. Rathcke, *Zur Regeneration der Uterusschleinhaut, insbesondere der Uterusdrüsen nach der Geburt* (*Virchow's Archiv*, t. CXLII, p. 474).

([3]) A. Sabatier, *Essai sur la Vie et la Mort*, 1892.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la présence d'une oxydase dans les branchies, les palpes et le sang des Acéphales.* Note de MM. **Piéri** et **Portier** [1], présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les phénomènes d'oxydation qui se passent dans l'intimité des tissus des animaux ont une importance capitale. Nous en voyons les résultats, nous n'en connaissons point le mécanisme.

» En effet, l'oxygène cédé par le globule sanguin n'a pas une puissance d'oxydation supérieure à celle de l'oxygène atmosphérique. Dès lors, l'hypothèse d'un corps intermédiaire qui, augmentant la puissance d'oxydation de l'oxygène, lui permettrait d'oxyder les corps sur lesquels il doit agir se présente naturellement à l'esprit.

» Malgré d'intéressants résultats obtenus dans cette voie par Jaquet, Schmiedeberg, Salkowsky, Abelous et Biarnès, un tel corps n'a pu encore être extrait des tissus animaux. G. Bertrand, au contraire, a retiré des végétaux plusieurs ferments oxydants dont il a fait connaître le mode d'action et les réactions.

» Nous avons pu mettre en évidence un ferment de cette nature chez certains Invertébrés. Voici nos résultats pour les Acéphales :

» Le liquide qui s'écoule des branchies ou des palpes sectionnés bleuit fortement la teinture de gayac. Si on le mélange à parties égales avec une solution saturée de gaïacol dans l'eau distillée, on obtient une liqueur rouge lie de vin. Les organes précédents eux-mêmes, plongés dans les réactifs, produisent les mêmes réactions.

» Ces phénomènes d'oxydation, mis en évidence par ces deux réactifs, ne sont pas sous la dépendance de la vie des éléments anatomiques, car les réactions se produisent plus nettement encore avec les mêmes tissus portés à 50°, 60° et même 70° pendant un quart d'heure. Les mêmes organes, placés pendant quelques minutes dans une petite quantité d'eau distillée portée à l'ébullition, ne donnent plus aucune réaction.

» Si l'on dépose un palpe ou une branchie dans quelques centimètres cubes d'une solution d'hydroquinone à 1 pour 100 contenus dans une petite capsule de porcelaine et qu'on mette au bain-marie à 50°-60°, on perçoit bientôt l'odeur caractéristique de la quinone en même temps que la liqueur prend une teinte plus foncée et, lorsque

[1] Travail du laboratoire de Roscoff.

tout le liquide s'est évaporée, on constate que la branchie est couverte de lamelles vertes de quinhydrone.

» C'est une des réactions les plus caractéristiques du ferment oxydant; elle a été indiquée par Bertrand qui en a donné la théorie [1].

» Il est facile, d'ailleurs, d'extraire le ferment oxydant des organes qui le renferment.

» Si l'on hache les branchies et les palpes de 20 ou 30 Acéphales (*Artemis exoleta, Ostrea edulis*) dans un poids double d'eau saturée de chloroforme, et qu'on place le tout dans un flacon soigneusement fermé et à l'obscurité, au bout de vingt-quatre heures de macération à la température du laboratoire, on obtient par filtration un liquide avec lequel on peut reproduire de la façon la plus nette les réactions précédentes. Le même liquide, porté à l'ébullition, ne donne plus aucune réaction.

» La liqueur de macération, traitée par 2 volumes d'alcool à 90°, fournit un faible précipité qui, recueilli sur le filtre, rapidement essuyé entre deux feuilles de papier buvard et délayé dans l'eau distillée, communique à cette eau les propriétés du ferment oxydant.

» L'eau chloroformée est le liquide de macération qui nous a donné les réactions les plus nettes; mais nous avons aussi obtenu de bons résultats avec le fluorure de sodium à 2 pour 100, l'acide salicylique à 2 pour 1000, l'acide acétique à des doses variant de 2 pour 1000 à 1 pour 100.

» L'oxydase des branchies des Acéphales agit donc en milieu acide aussi bien qu'en milieu neutre; à cet égard, elle se rapproche des ferments oxydants des végétaux, en particulier de la laccase extraite par Bertrand du latex de l'arbre à laque. Comme la laccase, elle est sans action sur les solutions de tyrosine.

» Le sang des Acéphales, surtout le sang filtré et chauffé au bain-marie à 50°-60°, donne aussi les réactions du ferment oxydant; mais ces réactions sont toujours beaucoup plus faibles que celles qu'on obtient avec la macération des palpes et des branchies.

» Nous n'avons pu déceler la présence du ferment oxydant dans aucun des autres organes (glande digestive, glande génitale, pied, etc.).

» Le sperme présente même une action réductrice très marquée. Au moment de la reproduction, les branchies contiennent beaucoup de spermatozoïdes et elles ne donnent plus les réactions précédemment indiquées. Si l'on mélange parties égales de sperme et de macération active de branchies ou même de solution de laccase, on n'obtient plus la réaction

---

[1] G. Bertrand, *Sur la recherche et la présence de la laccase dans les végétaux* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 266, et t. CXXI, p. 166).

avec la teinture de gayac. Si l'on chauffe à 60° le sperme avant de le mélanger avec la solution oxydante, l'action de celle-ci, bien qu'un peu atténuée, n'est plus supprimée.

» Ce rôle réducteur du sperme des Acéphales est en désaccord avec ce que l'on sait des propriétés oxydantes du sperme des animaux supérieurs. Il est cependant digne de remarque que, chez ces Mollusques, l'orifice de la glande génitale se trouve à la base de la branchie et que les spermatozoïdes se répandent entre les deux lames de la branchie. Il semble qu'ils aient une certaine attraction pour ce lieu d'élection du ferment oxydant.

» Nous reviendrons ultérieurement sur l'interprétation de ces faits et sur le rôle physiologique de l'oxydase des Acéphales.

» Voici la liste des Acéphales marins chez lesquels nous avons cherché et trouvé le ferment oxydant :

Artemis exoleta,	*Ostrea edulis,*
Mya arenaria,	*Pecten jacobæus,*
Tapes pullastra,	*Pectunculus glycimeris.*

» Comme espèce d'eau douce, nous n'avons examiné que l'*Anodonta Cygnea,* qui nous a donné des résultats particulièrement nets. »

ZOOLOGIE. — *Parasitisme et évolution de deux Monstrillides* (Thaumaleus filigranarum *n. sp.*, Hæmocera *n. g.*, Danae *Clapd.*) *à l'intérieur du système vasculaire des Filigranes et des Salmacynes. Ethologie.* Note de M. A. Malaquin, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les auteurs qui, dans ces dernières années, ont observé les Monstrillides à l'état adulte, ont tous signalé l'absence chez ces Copépodes du tube digestif, de la seconde paire d'antennes et des appendices céphalo-thoraciques. Ils ne pouvaient expliquer cette anomalie dans l'ignorance où ils étaient des phases antérieures de l'existence de ces curieux Crustacés. Il y a quelques semaines, M. Giard annonçait ici-même ([1]) qu'une espèce du genre *Thaumaleus* vit en parasite chez une Annélide, la *Polydora Giardi* Mesnil.

» Les deux espèces, dont j'ai pu suivre complètement l'évolution, sont parasites à l'intérieur du système vasculaire des Filigranes et des Salma-

([1]) *Comptes rendus,* 16 novembre 1896 et 29 avril 1895.

cynes, draguées en grosses colonies dans le Pas-de-Calais. L'une de ces espèces, se rapportant au genre *Thaumaleus*, est l'hôte de *Filograna implexa;* je l'appellerai *Th. filigranarum;* la seconde se rapporte à l'espèce décrite par Claparède sous le nom de *Monstrilla Danae* [1]. Considérée par Giesbrecht comme douteuse, dans la revision qu'il fait de la famille, cette dernière s'écarte également du genre *Thaumaleus* et du genre *Monstrilla*. Le caractère essentiel qui distingue génériquement *Thaumaleus* et *Monstrilla* est la présence chez le premier d'un seul segment, chez le second de trois segments abdominaux entre le segment génital et la furca. Or *Monstrilla Danae* présente deux segments abdominaux intermédiaires; il y a donc lieu de la séparer des deux genres existants et je propose de créer pour elle le nouveau genre *Hœmocera* pour rappeler le rôle et l'importance des antennes postérieures dans la vie parasitaire.

» Les Monstrillides adultes qui nagent librement en haute mer, et en particulier les deux espèces que j'ai observées, vivent, depuis un stade embryonnaire antérieur à celui qui correspond à la larve *Nauplius, à l'intérieur du système vasculaire de* Filograna *et* Salmacyna. Je n'envisagerai dans cette Note que le parasite encore interne, mais arrivé au terme de son évolution.

» Le Copépode occupe le vaisseau ventral qu'il distend énormément, comprimant le tube digestif de l'Annélide vers la face dorsale et le réduisant à un mince boyau. La situation du parasite dans le système sanguin se reconnaît facilement chez les individus infestés, parce qu'il est baigné dans le sang coloré en vert des petits serpuliens qui l'hébergent; d'ailleurs l'observation de coupes minces et l'étude du développement du parasite ne peuvent laisser de doute à cet égard.

» Si j'insiste sur cette situation du Monstrillide c'est d'abord à cause de son importance éthologique et en second lieu parce que M. Giard, dans sa Note, conteste l'endoparasitisme de *Thaumaleus* chez *Polydora*. Pour lui, *Thaumaleus* est parasite à la façon des Entonisciens. « Il est entouré d'une membrane appartenant à l'hôte et qu'il » a refoulé en grandissant comme une sorte d'amnios. Cette membrane demeure en » communication avec l'extérieur par l'ouverture d'entrée du parasite ». M. Giard pense que la porte d'entrée serait l'orifice externe d'une néphridie. Mes observations sont en désaccord avec l'existence de l'amnios et avec la supposition relative à l'entrée par une néphridie. Bien que M. Giard et moi n'ayons pas étudié les Monstrillides chez le même hôte il est peu probable qu'il y ait une telle différence dans la façon de se comporter de ces parasites.

» L'orientation du parasite est constante : il est tourné en sens inverse de l'hôte,

---

(1) *Beob. Anat. und Enter.*, 1863; Claparède a trouvé *S. Dysteri* dans la même localité; *M. Danae* a été revue par Bourne en 1890.

la tête vers l'abdomen du serpulien (j'ai constaté une seule exception sur plusieurs centaines d'observations); la partie ventrale est tournée vers le tube digestif de l'hôte. Le Monstrillide occupe presque toujours la même région dans le serpulien; il se loge de préférence dans la région intermédiaire entre le thorax et l'abdomen, parfois dans le thorax et parfois aussi dans l'abdomen. Arrivé au terme ultime de sa croissance, il occupe, surtout quand c'est une femelle, environ la moitié du corps de l'hôte en longueur et les trois quarts en épaisseur. Les Annélides infestés sont alors reconnaissables à leur déformation et à leur volume plus grand. La proportion des infestées dans une colonie peut être considérable et dans certains paquets de salinacypes cette proportion peut atteindre la moitié des individus. *Thaumaleus filigranarum* est presque toujours solitaire, quel que soit le sexe, tandis que, chez *S. Dysteri*, si les femelles de *Hamocera Danae* sont ordinairement solitaires, les mâles en revanche sont réunis plusieurs sous le même hôte (2 à 5 et même davantage).

» Le Monstrillide interne, de forme cylindrique, possède deux appendices longs, inarticulés, tentaculiformes, s'insinuant presque vers l'extrémité postérieure du vaisseau sanguin. Il peut aussi exister, mais rarement, une seconde paire d'appendices semblables, insérés plus en arrière et repliés sur la face ventrale du parasite. La première paire qui s'insère sous les yeux représente les antennes postérieures, comme le démontre l'étude des formes jeunes; la seconde paire, insérée de chaque côté de la bouche, représente la troisième paire d'appendices des Copépodes, c'est-à-dire les mandibules. Quant à la première paire, elle est normalement articulée, elle persiste chez l'adulte et correspond aux antennes antérieures. Les antennes postérieures (et les mandibules lorsqu'elles existent) jouent un rôle important dans la nutrition du parasite. Ces appendices baignent, comme tout le corps, dans le sang de l'hôte et le liquide sanguin passe aisément par osmose dans une lacune située dans l'axe de l'appendice. Le liquide nourricier est ainsi porté vers une lacune qui occupe l'axe du céphalothorax du Copépode et de là distribué dans les diverses régions du corps. Bien qu'il existe, en effet, une bouche, cette dernière aboutit dans un pharynx court, étroit, terminé en cul-de-sac et sans utilité physiologique; la fonction ayant disparu, ou plutôt étant exercée par d'autres organes, le tube digestif est atrophié.

» Lorsque le parasite est mûr, c'est-à-dire quand l'ovaire chez la femelle, le testicule chez le mâle sont arrivés à maturité, sa région postérieure présente des mouvements de contraction qui amènent la rupture du vaisseau et des téguments de l'hôte. Le parasite sort à reculons (j'en ai vu sortir, mais rarement la tête en avant); les pattes thoraciques et l'abdomen repliés sur la face ventrale, et emprisonnés dans la première cuticule du copépode deviennent libres par la rupture de celle-ci, et ils présentent alors des mouvements vigoureux qui hâtent la mise en liberté. La rupture et la chute de cette cuticule constituent l'unique mue du Monstrillide parasite. Celui-ci abandonne ses longues antennes dans l'intérieur du vaisseau nourricier et il arrive parfois de retrouver ces appendices en voie de régression dans des Salmacynes qui réparent leurs blessures.

» Le parasitisme des Monstrillides amène chez les Salmacynes et les Filigranes infestées la suppression complète des organes sexuels, dont ils occupent du reste presque toujours la place. »

PALÉONTOLOGIE. — *Nouveaux Mosasauriens trouvés en France.* Note de M. **Armand Thévenin**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La craie grise phosphatée, activement exploitée dans le nord de la France, n'est pas moins intéressante au point de vue paléontologique qu'au point de vue agricole; elle renferme une faune fossile riche et variée. Grâce à la générosité de M. Alfred Lemonnier, directeur des usines de la Compagnie Solvay, les collections du Muséum d'Histoire naturelle se sont enrichies de pièces importantes de Mosasauriens trouvées dans la craie grise à *Belemnitella quadrata* de Vaux-Eclusier, près de Péronne. Ces échantillons sont d'autant plus précieux qu'on connaissait, en France, il y a quelques années, fort peu de restes de ces curieux reptiles crétacés auxquels la forme de leur corps et certaines particularités ostéologiques ont fait donner par M. Cope le nom de *Pythonomorphes*. C'est en 1892 seulement que M. Albert Gaudry put en décrire deux fragments importants, l'un provenant des environs de Sens, l'autre des Basses-Pyrénées.

» La pièce la mieux conservée, trouvée par M. Lemonnier, est un crâne presque complet appartenant à un animal, dont on peut évaluer la longueur totale à environ 12^m. Ce crâne mesure $0^m,85$ du bout du museau au trou pariétal, il doit être rapporté au genre *Mosasaurus* et se rapproche du *Mosasaurus giganteus* de Maestricht. Mais il en diffère par ses dents moins massives et plus lisses; tandis que les dents de la bête de Maestricht ont une section trigone, une carène postérieure très nette, on voit ici une section plus arrondie, une carène antérieure s'étendant depuis la pointe jusqu'à la base et une carène postérieure qui ne descend pas jusqu'à moitié de la couronne. Ces dents sont intermédiaires entre celles de *Mosasaurus giganteus* et les formes lisses présentant une seule carène décrites sous le nom de *Liodon anceps*.

» On a attaché une grande importance, pour établir des coupes génériques chez les Mosasauriens, à l'allongement du prémaxillaire. Nous constatons que cet os forme ici, en avant de la première paire de dents, un rostre assez développé, plus long et plus volumineux que chez les Mosasaures de Maestricht et des environs de Mons, mais plus court et moins cylindrique que dans le *Liodon proriger* ou le *Hainosaurus;* il est donc intermédiaire entre les types que M. Dollo a appelés *mésorhynque* et *macrorhynque*. Ce caractère présentait peut-être des variations non seu-

lement spécifiques, mais individuelles. La forme générale du crâne importe plus que celle du bout du museau et la tête du Mosasaure de Vaux Eclusier se montre relativement large et peu effilée. Nous inscrirons ce reptile nouveau sous le nom de *Mosasaurus Gaudryi*.

» Un autre crâne, également extrait et dégagé par les soins de M. Lemonnier, est moins complet que le précédent : la partie frontale et mandibulaire fait défaut. J'ai vainement cherché à l'identifier avec les genres et les espèces décrits en France par M. Gaudry, en Belgique par M. Dollo : il diffère, par quelque caractère, de chaque espèce européenne, et doit être rapporté au genre américain *Platecarpus* Cope, ainsi que j'ai pu le vérifier en le comparant avec un crâne du Kansas, qui se trouve dans les collections paléontologiques du Muséum. Les dents appartiennent au même type; elles sont longues, aiguës, un peu recourbées, pourvues de facettes très nettes, avec une carène antérieure et une carène postérieure marquées; elles sont portées par un socle conique assez long. La forme obtuse du museau, tronqué au niveau de la première paire de dents, et l'insertion pleurodonte des dents pterygoïdiennes rendent certaine cette assimilation. Je propose, pour cet animal, le nom de *Platecarpus Somenensis*, pour rappeler sa découverte en France, sur les bords de la Somme.

» La présence en Europe d'un genre américain de Mosasauriens n'a rien qui doive surprendre, si l'on réfléchit au grand nombre de ces fossiles en Amérique, et si l'on admet que ce sont des reptiles pélagiques gigantesques dont l'extension a pu être considérable. D'ailleurs M. Lydekker a déjà rapporté, bien que, avec doute, au genre *Platecarpus* une dent provenant de la craie du Sussex.

» Les ptérygoïdes de ce *Platecarpus* de la Somme présentent une particularité qui n'a jamais été signalée chez les Mosasauriens. L'apophyse ectoptérygoïdienne se termine par une tubérosité volumineuse sur laquelle s'inséraient des tendons ou un cartilage allant vers le maxillaire supérieur. L'os transverse de Cuvier, si visible chez les Lacertiens vivants considérés comme voisins des Mosasaures, n'existait probablement pas ici. Les ptérygoïdes n'étaient pas soudés sur la ligne médiane; unis par un cartilage à l'os carré, ils étaient très mobiles et cette disposition, comme celle des mandibules, signalée par M. Cope chez tous les pythomorphes, avait pour but en rendant la bouche très dilatable de permettre la déglutition de proies énormes.

» D'autres exploitations de craie phosphatée pourront livrer également des restes de Mosasauriens; on en a signalé sur plusieurs points et j'ai eu

occasion de voir des vertèbres provenant de Bellicourt (Aisne) et de Beauval (Somme). »

BOTANIQUE. — *Sur la structure du protoplasma fondamental dans une espèce de* Mortierella. Note de M. L. MATRUCHOT.

« Les observations qui suivent sont relatives à une Mucorinée appartenant au genre *Mortierella* et voisine de *Mortierella reticulata* Van Tieghem et Le Monnier.

» Les filaments mycéliens rampants sont grêles, de forme et de calibre assez irréguliers. Dans les parties âgées de ces filaments, le protoplasma a disparu en totalité ou en partie; là où il subsiste, il est très fortement granuleux, souvent bourré de gouttelettes d'huile et je n'ai pu y découvrir aucune trace d'une structure régulière. Dans les parties plus jeunes, au contraire, j'ai pu mettre en évidence, par une méthode spéciale de coloration, une constitution morphologique très nette du protoplasma fondamental.

» Dans les régions du mycélium où cette structure n'est pas déformée et se montre particulièrement visible, le protoplasma fondamental ou cytoplasma est formé de deux parties distinctes : 1° un protoplasma parfaitement hyalin, indifférent au réactif colorant, constituant une sorte de *hyaloplasma;* 2° creusés dans ce hyaloplasma, un certain nombre de *canalicules* distincts les uns des autres, remplis d'un protoplasma très légèrement granuleux, sur lequel se fixe la matière colorante.

» Le nombre des canalicules varie avec la grosseur du filament mycélien. Dans les filaments très ténus, deux canalicules seulement vont parallèlement côte à côte, s'enroulant peu à peu l'un autour de l'autre. Dans les filaments plus gros, il y a 5, 6 et jusqu'à 8 ou 10 de ces canalicules; ceux-ci sont placés côte à côte, parfois tous rectilignes sur une assez grande longueur, parfois tous contournés en spirale comme si le filament qui les renferme avait subi une torsion autour de son axe. Cette torsion est quelquefois très accusée; dans ce cas, les canalicules visibles à la face supérieure du filament se projettent presque à angle droit sur les canicules de la face inférieure, et leur ensemble prend l'aspect d'un réseau à mailles subrectangulaires. Mais *jamais il n'y a réseau véritable* par soudure ou anastomose des canalicules entre eux.

» Le calibre des canalicules est assez constant dans un même filament, ou mieux dans une même portion de filament; mais en passant d'un

filament à un autre, on peut observer des variations du simple au quadruple.

» La zone de hyaloplasma qui sépare deux canalicules voisins semble être un élément de dimension plus constante : quels que soient le calibre du filament et celui des canalicules qu'il renferme, les profils de deux canalicules contigus laissent voir entre eux une zone claire dont la largeur est toujours très sensiblement la même. Une telle régularité, opposée aux variations très grandes du calibre des canalicules, est remarquable. Elle pourrait s'expliquer par l'existence d'une membrane hyaline entourant le canalicule : la zone claire serait cette membrane vue en double épaisseur. Mais dans aucun cas je n'ai pu observer de double contour, et je suis plutôt porté à voir dans ce phénomène le résultat de simples actions capillaires.

» Je considère les canalicules comme étant le siège des courants protoplasmiques qu'on observe dans les parties jeunes du mycélium; le hyaloplasma qui les englobe est doué d'une certaine rigidité et n'est le siège d'aucun courant protoplasmique. Une observation que j'ai faite sur des filaments vivants vient à l'appui de cette manière de voir :

» Dans une préparation faite rapidement, non colorée, et montée dans une goutte d'eau ordinaire, où par conséquent les filaments jeunes sont examinés à l'état vivant, j'ai vu l'un de ces filaments se briser à l'extrémité, et j'ai assisté pendant plusieurs minutes au déplacement de gouttelettes d'huile à son intérieur, et à leur sortie à l'extrémité. Cette sortie se faisait avec lenteur et j'ai pu suivre avec précision l'itinéraire suivi par un grand nombre de gouttelettes. Toutes suivaient le même chemin et semblaient glisser à l'intérieur d'un tube creusé dans le protoplasma ambiant. Les gouttelettes les plus petites suivaient ainsi sans se déformer toute la longueur du tube. Les gouttelettes de taille moyenne s'étranglaient plus ou moins au passage des régions étroites, pour reprendre ensuite, dans les parties plus larges, leur forme sphérique. Enfin les gouttelettes très volumineuses restaient constamment déformées, s'allongeant et s'amincissant dans les parties étroites, se raccourcissant au contraire et s'étalant en largeur dans les parties les plus larges du tube, en un mot se déformant à la façon de ces gouttes de mercure qu'on promène à l'intérieur des tubes de verre qu'on veut calibrer.

» Le profil du tube, déterminé ainsi par le contour apparent des gouttelettes d'huile qui y circulent, m'a paru être, par sa forme, ses dimensions, ses variations de calibre, son trajet sinueux, identique à l'un des canalicules que met si nettement en évidence la matière colorante. Je savais, d'autre part, l'ayant observé sur les préparations colorées, que c'est aux dépens du protoplasma des canalicules que se forment les gout-

telettes huileuses. De cette double observation, et aussi de l'examen des courants protoplasmiques visibles sur les filaments vivants, je conclus que, dans le mycélium de ce champignon, la partie circulante du protoplasma se meut à l'intérieur des canalicules que j'ai décrits plus haut.

» L'observation des gouttelettes d'huile se déplaçant dans un canalicule montre aussi que le hyaloplasma n'est pas un liquide très fluide; sa résistance étant suffisante pour déformer les gouttelettes d'huile, il présente donc une certaine rigidité. Pfeffer a constaté le même fait sur l'hyaloplasma des Myxomycètes.

» Dans les préparations colorées, la netteté du contour apparent des canalicules et aussi la régularité des tours de spire, quand il y a torsion, font déjà supposer que la méthode de coloration employée ne modifie que très peu ou même pas du tout la structure fondamentale du cytoplasma. L'observation dont je viens de parler, qui confirme l'existence de canalicules dans le protoplasma vivant, montre bien qu'il ne s'agit pas là d'accidents morphologiques dus à l'action des réactifs employés (1). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Un nouveau Microcoque de la Pomme de terre et les parasites de ses grains de fécule.* Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« La pourriture des tubercules de Pommes de terre ne doit pas être uniquement attribuée au parasitisme du *Phytophtora infestans*. Les maladies bactériennes y jouent également un grand rôle, et je ne serais pas étonné, surtout dans les saisons très humides, que l'action nocive des Bactériacées ne soit plus à redouter, sous ce rapport, que celle du *Phytophtora*. Ceci m'amène à signaler la cause première d'une gangrène sèche, assez singulière, sur laquelle M. Delacour a particulièrement appelé mon attention.

Il s'agit de tubercules de la variété *Royale* (*Royal Ash leaved kidney*), qui présentaient un épiderme plissé et à peine bruni, recouvrant un tissu ferme et résistant, mais noirâtre. Coupés et placés sous cloche humide, ces tubercules m'ont offert, au bout de trois jours, sur leur gangrène noire, une apparition de très nombreuses petites sphérules muqueuses, blanchâtres. C'étaient autant de colonies d'un Microcoque nouveau, de dimen-

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. G. Bonnier.

sion relativement plus grande que celle des espèces que j'avais déjà observées, les cellules simples, sphériques, ayant un diamètre variant de $1^{\mu}, 5$ à 2μ, et les scissipares de 3μ à 4μ. Je l'ai nommé *Micrococcus Delacourianus*, le considérant comme la cause première de la formation de cette gangrène noire de la variété *Royale*.

» D'un autre côté, en étudiant le développement de la gangrène sèche de la variété *Richter's Imperator*, j'ai pu constater qu'après la mortification du parenchyme des tubercules par son Micrococque, après le développement des Mucédinées qui lui font suite et l'invasion des tissus mortifiés, ramollis, par les Anguillules et l'*Acarus Solani*, les grains de fécule, respectés par ces parasites et plus ou moins mis à nu par la destruction des membranes cellulaires, étaient eux aussi envahis par des parasites spéciaux qui vivaient à leurs dépens.

» Schacht, dans son Mémoire intitulé : *Die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten* (1856), avait figuré des grains de fécule plus ou moins perforés par un mycélium sinueux qu'il rattachait à l'*Oïdium violaceum* Harting. Ce devait être probablement l'un des parasites dont je veux parler, puisque Schacht avait également remarqué ces grains de fécule dans des pommes de terre gangrenées. Quoi qu'il en soit, les deux espèces que j'ai observées ne me paraissent pouvoir appartenir qu'à la Classe des Myxomycètes ou Champignons muqueux, dont la petite masse végétative (ou plasmode) est nue et dépourvue de toute membrane. J'ai désigné ce nouveau genre de Myxomycètes microscopiques sous le nom d'*Amylotrogus* (rongeur de fécule). Le plasmode de l'une des espèces de ce genre, l'*A. discoideus*, conserve sa forme discoïdale aussi bien à la surface des grains de fécule que dans leur intérieur, où il s'enfonce perpendiculairement au fur et à mesure qu'il dissout la fécule. Le plasmode de l'autre espèce, l'*A. ramulosus*, qui est plus petit, mais plus coloré en rouge violacé clair que le précédent, se présente d'abord sous la forme de disques à la surface des grains; puis, lorsqu'il pénètre dans leur intérieur, il émet des prolongements dichotomes ou ramuliformes, très caractéristiques, du plus joli effet sous le microscope, en raison de la transparence même des grains de fécule qu'ils remplissent assez souvent. La destruction des membranes cellulaires et celle de la fécule expliquent l'existence de ces cavités singulières qu'on remarque, au printemps, dans les tubercules malades, coupés, au centre des îlots gangrenés qui se sont agrandis pendant l'hiver. »

MINÉRALOGIE. — *Synthèse de la hauksite.* Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. Fouqué.

« En continuant mes recherches synthétiques sur les minéraux nouveaux trouvés au lac Borax en Californie, je suis parvenu à reproduire artificiellement la hauksite, composé cristallisant en prismes hexagonaux dont la composition, d'après des analyses de MM. Mackintosh et Penfield correspond à la formule $4Na^2SO^4, Na^2CO^3$ (1).

» Ayant observé que l'évaporation à chaud d'une solution mixte de carbonate de sodium et de sulfate de sodium fournit des cristaux hexagonaux qu'il est impossible d'isoler, j'ai été conduit à employer le procédé suivant pour préparer ces cristaux à l'état de pureté.

» Je dissous 20^{gr} de sulfate de sodium à 10 molécules d'eau et $0^{gr},8$ de carbonate de sodium anhydre dans 30^{cc} d'eau, je chauffe la liqueur à 100° et j'y verse d'un seul coup et en agitant une dissolution portée à 100° de 50^{gr} de soude caustique, exempte de carbonate, dans 90^{cc} d'eau. On obtient ainsi un précipité cristallin qu'on sépare de l'eau mère chaude par décantation et qu'on presse entre des papiers à filtrer. On le traite ensuite avec de l'alcool, qui enlève la soude caustique adhérente aux cristaux sans attaquer ceux-ci, puis avec de l'éther, et on le dessèche sur l'acide sulfurique ou à 100°. Il faut suivre minutieusement ces indications pour obtenir un produit ne renfermant pas de thénardite, cristaux qui, d'ailleurs, sont facilement reconnaissables au microscope.

» L'analyse des cristaux a donné les nombres suivants qui conduisent à la formule de la hauksite :

	Trouvé.			
	I.	II.	III.	Calculé.
Na^2O	46,02	»	»	46,03
SO^3	47,43	47,67	47,27	47,45
CO^2	6,60	6,40	6,59	6,52
	100,05			100,00

» La densité des cristaux est de 2,613 à 15°. La densité de la hauksite naturelle est de 2,562 d'après M. W.-E. Hidden, mais il faut remarquer que le minéral naturel contient des impuretés d'une densité moindre, notamment du chlorure de potassium ou de sodium (2).

---

(1) *American Journal of Sciences*, 1885, p. 134 et 137.

(2) Dans un Travail récent sur la hauksite naturelle (*Am. Journal of Sciences*,

» Si l'on observe les cristaux au microscope, on voit que ce sont de petits prismes hexagonaux d'environ $0^{mm},05$ de longueur et $0^{mm},03$ d'épaisseur. Ils présentent des faces $p(0001)$, $m(10\bar{1}0)$, et quelquefois tantôt $b'(10\bar{1}1)$, tantôt $b^{\frac{5}{4}}(40\bar{4}5)$ minces. J'ai pu mesurer, approximativement, au microscope l'angle formé par l'arête b' et la face p. Cet angle est égal à environ 135°, et l'angle des normales pb' devient ainsi égal à environ 49°. Chez la hauksite naturelle cet angle est de 49°30'. L'angle formé par l'arête $b^{\frac{5}{4}}$ et la face p a été trouvé égal à 141°30' en moyenne, et l'angle des normales $pb^{\frac{5}{4}}$ devient ainsi égal à 42°30' (calculé 43°8').

» Quand on observe un cristal reposant sur la face m en lumière polarisée parallèle entre des nicols croisés, cette face se montre divisée en quatre secteurs par les diagonales du rectangle. Ces secteurs s'éteignent simultanément. Les extinctions sont longitudinales. A l'aide d'une lame de gypse donnant le violet sensible, on constate que les secteurs aux bouts du cristal sont plus biréfringents que les secteurs médians et que tous les secteurs sont négatifs. La face p se montre aussi divisée en secteurs, qui sont tantôt au nombre de six, tantôt au nombre de douze. Pourtant les contours de ces secteurs ne sont pas nets. On n'a pas observé de propriétés optiques analogues chez la hauksite naturelle.

» Comme il m'a paru vraisemblable que cette structure anomale était due à la formation brusque des cristaux, j'ai essayé de laisser s'engendrer ces cristaux plus lentement en opérant de la manière suivante :

» J'ai procédé comme dans la préparation des cristaux précédents, sauf que j'ai employé des solutions froides et une dissolution de soude caustique un peu moins concentrée (50^{gr} de soude caustique et 110^{cc} d'eau). En faisant le mélange des solutions on n'obtient pas de précipité. Mais, si l'on ajoute avec précaution à la liqueur une solution renfermant 50 pour 100 de soude caustique, on détermine la formation lente de petits prismes hexagonaux ayant la composition chimique (*voir* les résultats de l'analyse III) et l'extérieur des cristaux produits à chaud, mais ne présentant pas, comme ceux-ci, une division en secteurs. Les extinctions de ces cristaux sont longitudinales. L'allongement est négatif. La biréfringence est d'environ 0,022; elle est

---

août 1896, p. 133), M. J.-H. Pratt émet l'opinion que le chlorure de potassium trouvé dans tous les échantillons analysés serait un constituant essentiel de la hauksite, et propose, pour ce minéral, la formule $9Na^2SO^4, 2Na^2CO^3, KCl$. Or, les cristaux artificiels ne renfermant pas de chlore et ayant une composition correspondant à la formule proposée par MM. Mackintosh et Penfield, on peut dès maintenant considérer celle-ci comme la vraie formule de la hauksite.

de 0,019 chez la hauksite naturelle. Si on laisse s'évaporer lentement sur un porte-objet, dans un dessiccateur, quelques gouttes de la solution alcaline mixte qui sert à préparer les cristaux non divisés en secteurs, ou bien, si l'on étend sur un porte-objet quelques gouttes de la liqueur où la formation lente des cristaux vient de commencer, on obtient des cristaux aplatis suivant p et reposant sur cette face. Un tel cristal reste parfaitement éteint dans toutes les positions en lumière polarisée, parallèle entre des nicols croisés. Avec la lame mince de gypse, on n'observe pas de division en secteurs. En lumière polarisée convergente il donne la croix des cristaux uniaxes. Cet axe est négatif comme chez la hauksite naturelle.

» En terminant, je voudrais insister sur la facilité avec laquelle se forme la hauksite. Il suffit, en effet, de mélanger sur un porte-objet quelques gouttes d'une solution concentrée de carbonate de sodium avec une solution concentrée de sulfate de sodium et d'évaporer la liqueur à chaux pour obtenir des cristaux microscopiques de hauksite affectant, tantôt la forme d'étoiles, tantôt celle de tables ou de pyramides hexagonales d'une régularité parfaite. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur quelques roches asphaltiques et sur l'origine de l'asphalte.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

» Ayant eu l'occasion d'étudier un grand nombre de roches plus ou moins imprégnés d'asphalte et, en particulier, des échantillons provenant de Travers, dans le Jura de Neuchâtel, j'ai dû me préoccuper de trouver un procédé de dosage qui fût à la fois rapide et exact. Je crois l'avoir trouvé dans l'emploi du sulfure de carbone, qui jouit, à l'égard de l'asphalte, de propriétés dissolvantes remarquables. Ce réactif, qu'on paraît n'avoir pas employé jusqu'ici à cet usage spécial, amène la décoloration complète des roches asphaltiques de Travers, et le résidu ne donne plus par la chaleur que des traces insignifiantes de matières bitumineuses. L'évaporation de la solution procure de l'asphalte pur qui s'est montré identique à celui de Lobsann, dont Boussingault a fait une analyse qui doit toujours être considérée comme un modèle [1].

» Pour réaliser un dosage, je pèse 10^{gr} de la roche, finement pulvérisée, et je les abandonne pendant vingt-quatre heures dans un flacon bouché contenant 50^{cc} de sulfure de carbone. Le liquide, après agitation, est ensuite filtré sur de l'amiante, dans un entonnoir bouché. On lave la poussière de roche avec 10^{cc} de sulfure qu'on jette sur le

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 1re série, t. LXIV, p. 141; 1887.

filtre et l'on recommence jusqu'à ce que le liquide passe incolore; dès le second lavage, ce résultat est ordinairement atteint. La solution, recueillie d'abord dans un flacon, est versée dans une capsule de porcelaine, tarée et évaporée à l'air : une simple pesée termine l'analyse.

» Des vérifications nombreuses ont donné des résultats tout à fait concordants et j'ai pu suivre dans l'épaisseur des roches les variations de l'imprégnation qui semblent intéressantes au point de vue de la théorie.

» Des expériences m'ont permis de réaliser, avec les solutions d'asphalte dans le pétrole, l'imprégnation artificielle de roches très variées qui ont été, ensuite, taillées en lames minces et comparées aux calcaires de Travers. Les veinules de bitume affectent, dans les deux cas, la même disposition et la ressemblance a été complète avec le calcaire grossier de Gentilly qui, comme l'Urgonien de Suisse, est pétri de Foraminifères.

» Enfin, grâce à la facilité avec laquelle le sulfure de carbone dissout l'asphalte, j'ai pu reconnaître, avec certitude, qu'une foule de roches qualifiées vulgairement de *bitumineuses* ne contiennent, en réalité, aucune trace de bitume, quels que soient les hydrocarbures que puisse engendrer leur distillation. C'est le cas pour des calcaires carbonifères, tels que celui de Namur (Belgique), renfermant des coquilles et que signalent leur couleur très noire et l'odeur fétide qu'y développe le choc. Des schistes dits *bitumineux* et, par exemple, ceux d'Autun, bien que procurant de l'huile minérale par la distillation, nous ont donné les mêmes résultats négatifs et doivent être considérés comme ne renfermant pas non plus d'asphalte. Les divers combustibles minéraux d'origine végétale, comme les houilles et les bogheads, sont dans le même cas : le sulfure de carbone ne leur emprunte que des quantités extrêmement faibles d'éléments solubles, qui ne sont pas identiques à l'asphalte. Enfin, il en est encore de même pour les roches singulières où l'on trouve, avec des fossiles, des minéraux filoniens et qui donnent des matières hydrocarbonées par la distillation. Le cinabre d'Idria ne fournit rien; le schiste cuprifère de Mansfeld, célèbre par l'abondance de ses poissons, cède un peu de matière brunâtre mais qui n'est pas identique au vrai asphalte. La roche noire qui sert de gangue aux émeraudes de Muro se comporte de même.

» Ces expériences analytiques acquièrent toute leur valeur par la comparaison de leurs résultats, constamment négatifs, avec le fait de la présence, sans exception, de la matière asphaltique dans toutes les roches bitumineuses d'origine profonde, telles que celles de Pont-du-Château et du Puy-de-la-Poix, en Auvergne; les *kires* du bassin de la mer Morte, du Canada, de Madagascar; les grès fossiles (*ozocérite*) de Galicie, et bien

d'autres. Elles ont aussi de l'intérêt en montrant qu'on n'est pas autorisé à voir dans l'asphalte, comme on l'a fait si souvent, un produit de la décomposition souterraine de corps organiques, animaux ou végétaux. Les calcaires, les schistes, les grès, où des plantes ou des animaux se sont décomposés et qui sont chargés de matières organiques, charbonneuses, convertibles en *huile de schiste*, par distillation, ne cèdent rien ou presque rien au sulfure de carbone; la conclusion, c'est que le bitume résulte de réactions purement minérales, dont le type est la double décomposition qui prend naissance entre les carbures métalliques et l'eau ([1]). »

GÉOLOGIE. — *Sur les caractères identiques du phosphate riche dans les bassins de Paris et de Londres et sur l'âge tertiaire de ce dépôt*. Note de M. **N. de Mercey**, présentée par M. Michel Lévy.

« Le phosphate riche se présente dans le bassin de Paris comme produit par l'enrichissement des parties de la craie phosphatée à *Belemnites quadratus* atteintes, au début de l'époque tertiaire, par le dépôt qui a été désigné sous le nom de *bief;* c'est là un fait que j'ai essayé de démontrer ([2]).

» Depuis, j'ai pu constater qu'il en était tout à fait de même dans le bassin de Londres ([3]). En examinant le gîte de craie phosphatée à *Belemnites quadratus* indiqué par M. Strahan ([4]), à Taplow, et que j'avais raccordé aux gîtes français, j'ai trouvé du phosphate riche dosant 30 pour 100 d'acide phosphorique ou 65,40 pour 100 de phosphate de chaux.

» Ce phosphate s'est présenté sur un point où la craie phosphatée avait été atteinte par le dépôt formant la base du Tertiaire et qui appartient aux couches de Reading.

» Le phosphate riche, à l'état de sable de couleur chamois clair, occupe une poche de $3^{m},50$ de profondeur, dont la partie centrale est remplie par le dépôt tertiaire formé par un sable quartzeux argileux, rougeâtre, agglutiné, avec petit silex en fragments ou arrondis, et s'arrêtant à $1^{m},50$ du

([1]) Stanislas Meunier, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXVII, p. 541; 1878.

([2]) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XIX, p. 867 et suiv.; 1891.

([3]) *Geol. Magaz.*, new. ser, Dec. IV, t. III, p. 342; 1896.

([4]) *Quart. Journ. geol. Soc.*, t. XLVII; p. 356; 1891.

fond de la poche présentant à cette hauteur 1^{m} de diamètre et totalement remplie par le sable riche.

» Ce sable phosphaté résulte évidemment d'un enrichissement intensif de la craie phosphatée, enrichissement dans lequel la séparation mécanique des grains de phosphate a été complétée par une action chimique très marquée.

» On sait qu'il n'est guère possible d'enrichir, par le traitement mécanique, la craie phosphatée à plus de 50 à 55 pour 100 de phosphate de chaux. Des grains bruns de phosphate soigneusement séparés de la craie de Taplow n'ont donné qu'un titre en phosphate de chaux de 50,6 pour 100 (1). L'enrichissement naturel et attribuable exclusivement à une action chimique a donc atteint à Taplow 14,80 pour 100.

» Il est également bien certain que cet enrichissement s'est produit au début du Tertiaire, lors de la formation du dépôt qui en occupe la base, et là seulement où la craie phosphatée s'est trouvée atteinte.

» Les caractères présentés par le phosphate riche sont donc identiques dans les bassins de Paris et de Londres; ils permettent de conclure que ce dépôt résulte d'un enrichissement de la craie phosphatée dû à des actions mécaniques et chimiques dont la date doit faire attribuer la production du phosphate riche au commencement de l'âge tertiaire. »

GÉOLOGIE. — *Documents pour servir à l'étude geologique des environs de Luang Prabang* (*Cochinchine*). Note de M. **Counillon**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Cette Note est le résultat des observations faites en collaboration avec M. Massie, pendant notre séjour à Luang Prabang, comme membres de la mission Pavie.

» Luang Prabang est situé sur la rive gauche du Mékong par 99° 45′ de longitude est et 19° 54′ 20″ de latitude nord. (Voir le croquis ci-après.) La région étudiée se trouve sur la rive droite du fleuve en face de cette ville; elle comprend le petit bassin du N. Chane, un de ses affluents.

» La vallée de cette rivière est séparée au sud-est par le P. Tao et le P. Nang du thalweg du Mékong; elle est limitée au nord-ouest par le P. Say.

» Si nous envisageons l'ensemble des terrains contenus dans ce bassin,

(1) *Quart. Journ. geol. Soc.*, t. XLVII, p. 358; 1891.

nous trouvons une série de zones qui sont, en partant du Mékong et en allant du sud-est au nord-ouest :

» 1. *Zone des calcaires* (*Pou Tao et Pou Nang*). — La roche est grisâtre; les bancs sont sensiblement horizontaux et contiennent des fossiles appartenant aux genres *Spiriferina*, *Rynchonella*, *Lima?*, *Avicula*.

» Une bande d'alluvions récentes sépare ces calcaires de la zone suivante.

Croquis géologique des environs de Luang Prabang.

» 2. *Zone des argiles rouges*. — La roche est rouge, légèrement violacée, très dure. On observe entre l'O. Sing et le N. Chane un plissement très net dans ces argiles; le plongement, qui était d'abord sud-est, devient nord-ouest.

» Les fossiles sont rares dans cette formation; on y trouve, cependant, quelques débris de Reptiles de grande taille.

» Nous n'avons pu observer le contact entre les argiles rouges et les calcaires et grauwackes.

» 3. *Zone des calcaires et grauwackes.* — Le calcaire qui se trouve à la base est peu fossilifère ; les grauwackes qui lui sont superposées se divisent en une série de bancs contenant de nombreux fossiles, en particulier, des végétaux. Suivant AB, on peut relever la coupe suivante, sur 80^m environ d'épaisseur (couches inclinées de 30° vers le nord-ouest) :

» 1° Calcaires (épaisseur indéterminée);

» 2° Grauwackes versicolores avec empreintes de plantes : *Voltzia*, (?) *Pterophyllum ;*

» 3° Grauwackes jaunes à nombreuses empreintes de *Productidæ,* petites formes géniculées et ornées d'épines;

» 4° Grauwackes lie de vin avec empreintes de *Murchisonia ;*

» 5° Grauwackes bleuâtres : Moules de Gastéropodes et d'Acéphales, Pecten;

» 6° Grauwackes jaunes;

» 7° Charbon (1^m environ).

» 4. *Zone des argiles violettes.* — On trouve d'abord (ligne CD de la Carte) un banc calcaire dont on ne peut déterminer l'inclinaison, puis une épaisseur de 50^m de terrains mal découverts, ensuite des couches inclinées de 30° vers le nord-ouest, dont la direction est sud-ouest nord-est. On peut relever dans ces dernières couches la succession suivante :

» 1° Poudingues à pâte violacée et grenue, contenant des galets siliceux rougeâtres et des cailloux roulés de calcaires grisâtres; le calcaire renferme des *Productus* à ornements réticulés paraissant se rapporter au *Pr. subcostatus* Waagen, espèce de la partie moyenne des calcaires à *Productus* du Salt Range. Ces galets renferment aussi de nombreux articles de tiges d'encrines, des Polypiers (*Lonsdaleia*) et des Foraminifères (*Schwagerina*). Ce poudingue forme deux bancs séparés par un lit de grès de quelques centimètres d'épaisseur, en tout 3^m.

» 2° Argiles violettes, avec débris de reptiles et nodules de malachite, 60^m.

» 3° Argiles blanches, 0^m,50.

» 4° Argiles violettes, 15^m.

» 5° Argiles blanches, 0^m,50.

» 6° Argiles violettes, 50^m.

» 7° Argiles jaunes, avec troncs d'arbres silicifiés, à axe perpendiculaire au plan des strates, 1^m.

» 8° Argiles violettes avec filon d'azurite, 7^m.

» 9° Grès verts à ossements de reptiles, 0^m,50.

» J'ai recueilli dans cette dernière couche une portion antérieure de crâne de Dicynodonte, dont je dois la détermination à M. le professeur Vasseur qui m'a secondé, ainsi que M. le D^r Répelin, dans la détermination de mes fossiles [1].

---

[1] La détermination des fossiles signalés dans cette Note, d'après l'étude des

» 5. *Zone des grès grisâtres.* — Cette dernière zone est séparée des argiles violettes par une épaisseur de près de 500^m de terrains mal visibles. Les grès, très durs, couronnent le sommet du Pou Say.

» Les observations qui précèdent démontrent :

» 1° L'existence, dans le voisinage de la région étudiée, de calcaires à *Productus* et à *Schwagerina* qui trouveront leur équivalent dans les couches de Moulmein (Birmanie) ou dans l'un des termes de la série du Salt Range et peut-être dans les calcaires de Sumatra;

» 2° La présence, au nord-ouest de Luang Prabang, d'un système d'argiles rouges, calcaires et grauwackes appartenant au terrain permien et vraisemblablement assimilables à la partie supérieure du Ranigung group (Inde);

» 3° L'existence d'une formation d'argiles violettes et grès débutant par un poudingue et renfermant des restes de Dicynodontes. Jusqu'à présent ces Reptiles n'avaient été signalés que dans les formations du sud-ouest de l'Afrique (formation de Karoo), de l'Inde (couches de Panchet) et à Elgin en Écosse. Il est naturel de considérer cette formation comme constituant dans le Laos la base du Trias.

» Quant au calcaire de Luang Prabang, bien que nous le croyions inférieur aux argiles rouges, il ne nous est pas possible d'en déterminer l'âge en raison du peu de documents stratigraphiques et paléontologiques que nous possédons à son sujet. »

HYDROLOGIE. — *Sur la Foiba de Pisino* (*Istrie*). Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La *Foiba* ou *Buco* (gouffre) de Pisino, au centre de l'Istrie, est une des plus remarquables *pertes de rivières* du Karst autrichien.

» Après 22^{km} de cours aérien, le torrent, au régime très capricieux, de la *Foiba* disparaît subitement, par 190^m d'altitude, dans une caverne; cet engloutissement s'opère au fond d'un hémicycle de rochers à pic, dont le rebord porte la ville de Pisino, et qui sont élevés de 100^m en moyenne (80^m du côté nord-est, sous la terrasse du château; 130^m du côté sud-ouest, sous la route de Parenzo).

échantillons recueillis dans mes explorations, a été faite au Laboratoire de la Faculté des Sciences de Marseille.

» Le 25 septembre 1893, jour où le torrent était presque à sec ([1]), j'avais pu, avec le concours de M. Putick, ingénieur des eaux et forêts à Laibach (Carniole), explorer l'intérieur, jusqu'alors inconnu, de la caverne. Nous avions reconnu qu'elle se composait : 1° d'une galerie, longue de 100^m, large de 3^m à 15^m, haute de 6^m à 15^m, pratiquée aux dépens des diaclases ou fissures verticales naturelles de la roche; 2° d'une vaste salle ovale, haute de 12^m, occupée par un lac long de 80^m, large de 10^m à 30^m et profond de $13^m,50$, au point le plus creux ([2]). De toutes parts, ce lac était clos par des parois rocheuses plongeant dans l'eau. Celle-ci, sans issue apparente, ne pouvait donc continuer sa route souterraine que par un siphon à orifice invisible : et il était impossible de vérifier si, comme on le prétend, la rivière absorbée dans le gouffre de la Foiba se dirige bien vers le golfe appelée *canal de Leme*, à 20^{km} au sud-ouest, sur la côte Adriatique de l'Istrie.

» Les gens de Pisino et plusieurs savants de Trieste affirmaient d'ailleurs que, après les pluies abondantes, on voyait parfois l'eau s'élever jusqu'à 40^m de hauteur, à l'extérieur de la caverne, le long des falaises du gouffre, transformant ainsi en lac, et sur une grande étendue, toute la vallée d'amont. Ce renseignement donnait à croire que la section du siphon souterrain doit être fort restreinte, puisque le lac temporaire mettait, ajoutait-on, trois ou quatre jours à se vider.

» Le 15 octobre 1896, j'ai eu la bonne fortune de constater moi-même, avec M. J. Marinitsch, de Trieste, l'exactitude du phénomène allégué : après plusieurs jours de pluies diluviennes et de sirocco ([3]), le Karst, autour de Trieste et en Istrie, était complètement *inondé;* toutes ses crevasses internes devaient être remplies d'eau, puisque la surface de ce plateau calcaire crétacé, infiltrable par excellence, était couverte d'étangs dans les dépressions toujours si sèches des *dolines*.

» A Pisino même, l'eau était montée, dans le gouffre de la Foiba, non pas à 40^m, mais à 50^m au-dessus du seuil d'entrée de la caverne, soit à la cote 240, à 30^m seulement au-dessous de la terrasse du château : mes relevés barométriques et les cinq photographies que j'ai prises à Pisino le

---

([1]) On m'a affirmé sur place que jamais on ne l'avait vu aussi bas.

([2]) Voir mes *Abîmes*, p.479.

([3]) Le 14 octobre 1896, il est tombé à Trieste 154^{mm} de pluie en douze heures; sous l'action du sirocco, il y a eu une marée de plus de 1^m au fond de l'Adriatique, et le 15 octobre des gondoles ont vogué sur la place Saint-Marc, à Venise.

15 octobre en font foi. La rivière formait, jusqu'à 3^{km} de distance en amont, un lac de plusieurs hectomètres de largeur, tout à fait tranquille, profond de 50^{m} au-dessus de l'orifice de la caverne et de plus de 70^{m} (en tenant compte de la pente de la galerie intérieure) au-dessus du fond du lac souterrain, sur lequel nous avions navigué en bateau en 1893.

» La conclusion intéressante de cette observation formelle de 1896, c'est que l'eau, en temps de crues, peut arriver à exercer dans le siphon interne de la Foiba une pression de 7 atmosphères : il suffit d'énoncer ce chiffre et ce fait positifs pour démontrer, matériellement et sans commentaires, que la simple pression hydrostatique doit bien être considérée comme un important facteur d'élargissement dans les fissures où elle se trouve mise en pareille charge. L'écoulement du liquide sous plusieurs atmosphères, dans les rivières souterraines, a certainement contribué, concurremment avec l'érosion mécanique et la corrosion chimique, à l'agrandissement des cavernes, par décollement ou déchaussement des polyèdres de roches que délimitent les fentes naturelles du terrain. La dilatation de ces fentes a dû souvent résulter de la seule pression hydrostatique des eaux souterraines emprisonnées dans le sol. Et il est permis de croire que la caverne de la Foiba est destinée à s'agrandir et que son siphon actuel sera quelque jour défoncé et ouvert en galerie par cet effort hydraulique. »

M. L. Mirinny adresse une Note relative à l'heure universelle.

MM. Luys et David adressent, par l'entremise de M. Chauveau, des reproductions photographiques de décharges électriques.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 décembre 1896.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle. N° 12. 25 décembre 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Irlande et cavernes anglaises, par E. A. Martel. Paris, Ch. Delagrave, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, publiée sous la direction scientifique de M. P. Schutzenberger, Membre de l'Institut, Directeur au Collège de France, etc. N° 2. 10 décembre 1896. Paris, 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Observatoire royal de Belgique. Nouvelle série. Annales astronomiques. Tome VII. Bruxelles, Hayez, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Cornu.)

Notices astronomiques extraites de l'Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique pour 1896, par M. F. Folie, Directeur de l'Observatoire, Membre de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, etc. Bruxelles, Hayez, 1896; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Cornu.)

Une réaction en Astronomie. Où gît l'erreur fondamentale des formules de réduction rapportées à l'axe instantané, par M. F. Folie, Membre de l'Académie, Directeur de l'Observatoire royal de Belgique. 1 broch. in-8°. (Présentée par M. Cornu.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. le Général Sebert. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Paul Vieille, Ingénieur en chef des Poudres et Salpêtres. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Les Marsupiaux actuels et fossiles, par M. Lavocat, de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Lettres de Toulouse. Toulouse, Douladoure-Privat, 1896; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844. Tome quatre-vingt-sixième

(1re et 2^{e} Partie). Nouvelle série. Paris, Imprimerie nationale, 1896; 2 vol. in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Décembre 1896. Paris, 1896 ; 1 fasc. in-8°.

Quelques tableaux de réduction pour les mesures photogrammétriques des nuages, par M. J. WESTMANN. Upsala, E. Berling, 1896 ; 1 broch. in-8°.

Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso, Professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXVI, fasc. I et II. Turin, Hermann Lœscher, 1896 ; 2 vol. in-8°.

Description des Échinodermes tertiaires du Portugal, par P. DE LORIOL. Lisbonne, 1896 ; 1 vol. in-4°.

The collected mathematical papers of ARTHUR CAYLEY, *Sc. D., F. R. S.*, late sadlerian Professor of pure mathematics in the University of Cambridge. Vol. XI. Cambridge, 1896 ; 1 vol. in-4°.

FIN DU TOME CENT VINGT-TROISIÈME.